VERÖFFENTLICHUNGEN DER
STAATLICHEN LANDWIRTSCHAFTLICHEN VERSUCHSTÄTIGKEIT N:o 56
VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 56

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ANWENDBARKEIT DER BODENANALYTISCHEN METHODEN FÜR DIE BESTIMMUNG DES DÜNGEBEDÜRFNISSES

I

DER PHOSPHORSÄUREGEHALT VON SALPETERSAUREN BODENAUSZÜGEN UND DIE MIT PHOSPHATDÜNGUNG ERZIELTEN HEUMEHRERTRÄGE

VON

PAULI TUORILA UND ARMO TERÄSVUORI

SELOSTUS:

TUTKIMUKSIA MAA-ANALYYTTISTEN MENETELMIEN SOVELTUVAISUUDESTA LANNOITUSTARPEEN MÄÄRÄÄMISEEN

I

TYPPIHAPPOISTEN MAAUUTTEIDEN FOSFORIHAPPOPITOISUUDET JA FOSFAATTILANNOITUKSELLA SAADUT HEINÄSADONLISÄYKSET

HELSINKI 1933

Helsinki 1933. Valtioneuvoston kirjapaino.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung 5
II. Das Versuchsmaterial und die Untersuchungsmethode 8
III. Über die auf den P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge einwirkenden Faktoren 12
1. Einfluss der Dauer der Ausschüttelung auf den P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges 15
2. Einfluss des Mischungsverhältnisses Boden : Lösungsmittel und der Wasserstoffionenkonzentration auf den P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge 17
3. Abhängigkeit der P_2O_5-Vergleichszahlen von der Wasserstoffionenkonzentration des Bodenauszuges in verschiedenen Bodenarten 28
IV. Phosphorsäurevergleichszahlen und die in Feldversuchen mit Phosphatdüngung erzielten Heumehrerträge 30
1. Über die Anwendung der Resultate von Feldversuchen als Vergleichsbasis für die bodenanalytischen Methoden 30
2. Versuchsergebnisse mit Sand-, humosen Sand- und Schluffböden 33
3. Versuchsergebnisse mit Lehm-, humosen Lehm- und Tonböden 39
4. Versuchsergebnisse mit Torf- und mit humusreichen Böden.. 44
5. Über die Anwendung von P_2O_5-Vergleichszahlen zur Bestimmung des Düngebedarfs 48
V. Zusammenfassung der Resultate 51
Tabellen 7, 13 und 19 53
Zitierte Literatur 64
Tutkimuksia maa-analyyttisten menetelmien soveltuvaisuudesta lannoitustarpeen määräämiseen 67
I Typpihappoisten maauutteiden fosforihappopitoisuudet ja fosfaattilannoituksella saadut heinäsadonlisäykset 67

I. Einleitung.

Von den zur Ermittlung des Düngebedürfnisses angewendeten Verfahren, von welchen die wichtigsten Feldversuche, Gefässversuche, Ernteanalysen, Keimpflanzenmethode (Neubauer-Methode) und Bodenanalysen sind, können mit den Letzterwähnten wegen deren Schnelligkeit und Billigkeit eine viel grössere Anzahl Böden als mit anderen Verfahren untersucht werden. Dies betrifft besonders die Bestimmung des Kali- und Phosphatdüngebedürfnisses. Obwohl einige chemische Bodenanalyseverfahren schon gegenwärtig als anwendbar zur Bestimmung des Düngebedürfnisses angesehen werden können, hat man bei uns in Finnland jedoch bis jetzt keine solche Methoden benutzt, deren Gültigkeit für die finnischen Verhältnisse auf Grund der Ergebnisse von Feldversuchen bestätigt worden wäre.

Die Hauptschwierigkeit bei der Bestimmung des Kalidüngebedürfnisses besteht in der Ausarbeitung eines billigen und bequemen Verfahrens zur Bestimmung von sehr kleinen Kalimengen. Kleine Phosphorsäuremengen können dagegen zur Zeit kolorimetrisch rasch und billig bestimmt werden. Bei der bodenanalytischen Ermittlung des Phosphatdüngebedürfnisses besteht die Hauptschwierigkeit in der Erfindung eines solchen Lösungsmittels oder Auslaugungsverfahrens, dass die vom Boden ausgelösten P_2O_5-Mengen (oder die P_2O_5-Konzentration der Bodenauszüge) in einem bestimmten Verhältnis zu dem Phosphatdüngebedürfnis des Bodens stehen würden. Schon der Umstand, dass zu diesem Zweck viele hunderte verschiedene Lösungsmittel, von destilliertem Wasser bis zu konzentrierten Mineralsäuren angewendet wurden, zeigt, dass diese Probleme sehr kompliziert und schwierig sind.

Das Lösungsmittel kann auf Grund entweder von theoretischen Gesichtspunkten oder empirischen Erfahrungen gewählt werden. Theoretisch kann z. B. deduziert werden, dass der Gesamtphosphorsäuregehalt des Bodens oder die in konzentrierten Mineralsäuren lösliche P_2O_5-Menge nicht die den Pflanzen zur Verfügung stehende P_2O_5-Menge angibt und nicht einmal in einem bestimmten Verhältnis zu derselben stehen kann. Mithin müssen schwächere Lösungsmittel angewendet werden.

Sich auf die Annahme stützend, dass die Konzentrationen der Pflanzennährstoffe in der Bodenlösung als eigentliche Wachstumsfaktoren anzusehen sind, haben einige Forscher versucht den Phosphatdüngebedarf des Bodens auf Grund des Phosphorsäuregehalts der aus dem frischen Boden mit verschieden Methoden ausgepressten oder verdrängten wässrigen Lösung zu ermitteln. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass der Phosphorsäuregehalt der Bodenlösung selbst im allgemeinen sehr klein, öfters unter 0.6 mg P_2O_5 pro Liter (vergl. z. B. v. Wrangell 1926) beträgt. Die Pflanzen können zwar ihr Phosphorsäurebedürfnis aus sehr verdünnten Lösungen befriedigen (nach Arrhenius (1930) 0.5—2.0 mg P_2O_5 pro Liter) aber nur in dem Falle, dass diese Konzentration unverändert bleibt, d. h., dass sich an Stelle der von den Pflanzen entzogenen Phosphorsäure genügend rasch neue Phosphorsäuremengen lösen. Die Fähigkeit des Bodens den Phosphorbedürfnis der Pflanzen zu befriedigen hängt also nicht ausschliesslich und nicht einmal hauptsächlich von der Grösse der Phosphorsäurekonzentration der Bodenlösung, sondern auch von der Geschwindigkeit, mit welcher Phosphorsäure sich an Stelle der von den Pflanzen genommenen Phosphorsäure löst, und auf die Dauer auch von der Gesamtmenge der »leichtlöslichen» Phosphorsäure des Bodens.

Einen etwas besseren Begriff vom Phosphatdüngebedürfnis erhält man durch die Bestimmung des P_2O_5-Gehaltes der Wasserauszüge des Bodens, die in letzter Zeit u. a. von Němec (1926), Dirks und Scheffer (1928) und v. Wrangell (1930) empfohlen worden ist. Das ist der Fall besonders, wenn das Mischungsverhältnis Boden: Wasser klein ist. So wurde z. B. von v. Wrangell das Verhältnis 1 : 100 zur Anwendung empfohlen.

Wird an Stelle von Wasser mit Kohlensäure gesättigtes Wasser benutzt, wie u. a. Mitscherlich (1926) sowie Dirks und Scheffer (1928) empfohlen haben, kann noch mehr Phosphorsäure als von reinem Wasser ausgelöst werden.

Die Anwendung von kohlensaurem Wasser in Serienarbeiten ist unbequem. Deswegen hat Rindell (1911) als Lösungsmittel die Anwendung einer solchen Essigsäure- und NH_4-Azetatmischung empfohlen, deren Azidität derjenigen der unter atm. Druck gesättigten Kohlensäurelösung entspricht.

Dyer (1894) glaubte feststellen zu können, dass die Azidität des von den Pflanzenwurzeln ausgeschiedenen sauren Saftes der Azidität einen 1-prozentigen Zitronensäurelösung entspricht, und empfahl dieses Lösungsmittel. Später haben auch Hall und Plymen (1902), König und Hasenbäumer (1924), Lemmermann (1926),

Arrhenius (1930) u. a. die Anwendung von Zitronensäurelösung empfohlen. Auch andere organische Säuren sind zur Anwendung empfohlen worden. Von denen seien erwähnt die Essigsäure (Hoffman-Bang 1906; Blanck und Alten 1925; Hibbard 1931 u. a.), Oxalsäure (Daikuhara 1903; Kudashev 1905; Hibbard 1931 u. a.), Weinsäure und Asparaginsäure, ferner eine Mischung von Milchsäure und Kalziumlaktat (Egnér 1933).

Auch verdünnte Mineralsäurelösungen wurden gebraucht. Verdünnte Salpetersäure haben Schloesing (1899), v. 'Sigmond (1907), Whitson und Stoddardt (1909), Fraps (1910), ferner Blanck und Alten (1925) zur Anwendung empfohlen. Bamberg (1928) sowie Bondorff und Steenbjerg (1932) haben auch verdünnte Salpetersäure angewendet und dabei dafür gesorgt, dass die Phosphatdüngebedarfbestimmung in der gleichen Wasserstoffionenkonzentration ausgeführt worden ist, der Ersterwähnte bei pH = 2.0 und die Letzterwähnten bei pH = 2.5.

Um feststellen zu können, welches Lösungsmittel das zweckmässigste wäre, muss diese Frage doch zum Schluss empirisch gelöst werden, d. h. durch Untersuchung, mit welchem Lösungsmittel erhaltene Werte in bester Übereinstimmung mit dem wirklichen Düngebedarf des Bodens sind. Aber wie ist dieser wirkliche Düngebedarf des Bodens festzustellen? Viele Forscher haben zur Prüfung der Anwendbarkeit ihrer Bodenanalysemethoden als Grundlage entweder die Resultate der Gefässversuche oder die der Neubauer-Methode benutzt. In der vorliegenden Arbeit hat man die Analyseresultate mit den Ergebnissen von Feldversuchen verglichen.

Hier wollen wir die Anwendbarkeit der zahlreichen vorhererwähnten Methoden eingehend nicht diskutieren[1]); es sei nur kurz erwähnt, in welchem Umfang einige von diesen Methoden schon angewendet worden sind. In Schweden hat man schon mit der Methode von Arrhenius den Phosphatdüngebedarf von ca. ½ Million Böden bestimmt. Auch in Deutschland hat man hunderttausende Phosphatdüngebedarfbestimmungen für Landwirte ausgeführt. Dort hat man meistens die Methode von Dirks und Scheffer gebraucht. In Dänemark sind mit der Methode von Bondorff und Steenbjerg schon zehntausende Bodenproben untersucht worden. Auch in vielen anderen Ländern werden schon auf Grund der Bodenanalysen Anweisungen für die Phosphatdüngung gegeben. Da es wichtig wäre,

[1]) Ausführliche Berichte sind auch aus den Handbüchern (vergl. z. B. E. Blanck: Handbuch der Bodenlehre. VIII. Der Kulturboden und die Bestimmung seines Fruchtbarkeitszustandes. Seite 1—714. Berlin, 1931) zu finden.

dass auch bei uns in Finnland den Landwirten Phosphatdüngebedarfbestimmungen ausgeführt werden könnten, haben wir untersuchen wollen, ob irgend eine von den im Auslande gebräuchlichen Methoden für unsere Verhältnisse zu empfehlen wäre.

Zuerst haben wir die Methode von DIRKS und SCHEFFER untersucht, aber unsere Versuchsresultate ergeben, dass diese Methode nicht für unsere Verhältnisse zu empfehlen war. Diese Resultate werden wir noch nicht in dieser Arbeit beschreiben.

Danach wurde die Anwendbarkeit der Methode der Dänen BONDORFF und STEENBJERG von uns geprüft. In vorliegender Arbeit ist von den Untersuchungsresultaten nur derjenige Teil veröffentlicht, in dem die bodenanalytische Methode mit den Ergebnissen von den auf Mähwiesen ausgeführten Düngungsversuchen verglichen wird. Ausserdem haben wir die Wirkung der Faktoren untersucht, die den Phosphorsäuregehalt der salpetersauren Bodenlösung beeinflussen.

Löslichkeitsprobleme der Bodenphosphate sind schon theoretisch äusserst kompliziert. Diese Probleme haben SCHLOESING (1899), V. 'SIGMOND (1907), RINDELL (1910), RUSSELL und PRESCOTT (1916), V. WRANGELL (1926), GAARDER (1930), MATTSON (1931), BONDORFF und STEENBJERG (1932) und andere verdienstvoll und eingehend untersucht.

Wir hoffen Gelegenheit zu haben in einer späteren Arbeit ausführlicher die Resultate unserer Untersuchungen über diese Probleme zu berichten.

II. Das Versuchsmaterial und die Untersuchungsmethode.

Die Bodenproben sind von den in verschiedenen Teilen Finnlands angeordneten lokalen Düngungsversuchen und von den Düngungsversuchen der permanenten Versuchsfeldern von den ungedüngten Parzellen bis zur Tiefe der Ackerkrume entnommen worden. Eine Durchschnittsprobe von dem Boden des Versuchsfeldes wurde durch Zusammenfügen von 20 verschiedener Einzelproben erzielt. Die Proben sind in Laboratorium getrocknet und gemahlen worden. Für die Untersuchungen wurden ausschliesslich lufttrockene, gemahlene, sorgfältig durchgemischte Proben benutzt. Bei der Entnahme der Bodenproben wurde die Bodenart makroskopisch bestimmt. Diese nach dem Augenmass gemachten Bodenartsbestimmungen sind im Laboratorium kontrolliert worden.

Die Resultate der Feldversuche. Die durch Phosphatdüngung erzielten Mehrerträge können in vielen Versuchen von mehreren Versuchsgliedern z. B. PKN—KN, PN—N, PK—K und P—O berechnet werden. Im allgemeinen ist in dieser Arbeit derjenige Mehrertrag gegeben worden, der durch die Phosphatdüngung dann erzielt wurde, wenn der Boden gleichzeitig mit Grunddüngung (KN-, N- oder K-Düngung) gedüngt war. Aus diesem Mehrertrag ergibt sich mithin die Wirkung der Phosphatdüngung in dem Falle, dass die Pflanzen nicht an Kali- und Stickstoffmangel leiden. In vielen Fällen hat man mit Phosphorsäuredüngung allein grössere Mehrerträge erzielt als mit der Phosphorsäuredüngung neben KN-, K- oder N-Düngung. In diesen Fällen wird in dieser Arbeit als der durch Phosphatdüngung erzielte Mehrertrag der von mehreren Versuchsgliedern berechnete Mittelwert $\left(\text{z. B.} \frac{(PKN-KN)+(P-O)}{2} \text{ oder } \frac{(PN-N)+(P-O)}{2}\right)$ gegeben. Hierdurch können die möglichen Versuchsfehlern ausgeglichen werden. In Versuchen, bei denen die Wirkung der Phosphatdüngung nur von e i n e r Versuchsgliedergruppe berechnet werden kann, kann natürlich diese einzige Mehrertagszahl angewendet werden.

Die Phosphatdüngung hat in verschiedenen Versuchstypen während verschiedenen Jahren von 200 kg bis 250 kg Superphosphat oder von 250 bis 300 kg Thomasphosphat variiert. Um die in den verschiedenen Versuchen erhaltenen Mehrerträge mit einander vergleichen zu können, sind die Mehrerträge auf Moorböden pro 50 kg P_2O_5 und auf Mineralböden pro 40 kg P_2O_5 berechnet worden. Die Art und die Menge der Phosphatdüngung ist in den Tabellen 7, 13 und 19 angegeben worden.

Vergleichszahlen für den Phosphorsäuregehalt der Bodenauszüge. Aus einer sorgfältig gemischten, lufttrockenen, gemahlenen Bodenprobe wurden zuerst in drei je 350 ml fassende Flaschen genau 10 g in jede gewogen und danach 250 ml Salpetersäurelösung mit 1.25, 2.5 und 5.0 Milliaequivalenten (Mineralböden) oder 2.5, 5.0 und 7.5 Milliaequivalenten (Moorböden) HNO_3 zugegeben. Nachdem wurden die Flaschen in Zimmertemperatur während 3 Stunden in einem Apparat, der 100 Schwingungen hin und her in der Minute macht, geschüttelt. Nach der Ausschüttelung wurde möglichst rasch durch ein phosphorsäurefreies Papierfilter filtriert. Vor dem Ausgiessen auf dem Filter wurde der Inhalt der Flaschen durchgeschüttelt. Die ersten 20 ml des Filtrats wurden weggeworfen. Aus dem Filtrat wurden der P_2O_5-Gehalt und pH bestimmt, wie später erklärt wird. Die Untersuchungsresultate wurden graphisch dargestellt (pH-Zahl der Lösung als Abszisse und P_2O_5-Gehalt als Ordinate) und mit Hilfe

dieser graphischen Darstellung wurden die der pH-Zahlen 2.00, 2.25, 2.50, 2.75 und 3.00 entsprechenden P_2O_5-Gehalte (in mg pro Liter) interpoliert. Diese P_2O_5-Gehalte werden in dieser Arbeit P_2O_5-Vergleichszahlen genannt und mit P bezeichnet ($P_{2.00}$, $P_{2.25}$, $P_{2.50}$, $P_{2.75}$, $P_{3.00}$). Aus dem Index der P-Zahlen ergibt sich die pH-Zahl, bei der die Vergleichszahl für der Phosphorsäuregehalt bestimmt ist. Mit Hilfe von drei verschiedenen Ausschüttelungen können alle obenerwähnten Vergleichszahlen (von $P_{2.00}$ bis $P_{3.00}$) immer nicht genau bestimmt werden. Deswegen müssen je nach dem Bedarf 1—4 weitere Schüttelungen ausgeführt werden, für denen die angewendeten Salpetersäuremengen, auf Grund der Resultate der ersten drei Schüttelungen so berechnet werden, dass die P_2O_5-pH-Kurve möglichst genau zwischen pH 2.00 und pH 3.00 gezeichnet werden kann.

P_2O_5-Bestimmung. Der P_2O_5-Gehalt der Lösungen wurde kolorimetrisch mit der von v. Wrangell (1926) für diese Zwecke ausgearbeiteten und abgeänderten Methode von Denigès (1920) bestimmt. Diese Methode ist in den letzten Jahren ganz allgemein zur Anwendung gekommen.

Die P_2O_5-Bestimmungen wurden folgenderweise ausgeführt: 30 ml der zu untersuchenden Lösungen sowie der später beschriebenen Vergleichslösungen wurden in ca. 150 ml fassende Bechergläser (hohes Modell) gemessen, in jedes Becherglas genau 0.5 ml Molybdatlösung (siehe unten) zugegeben und gemischt. Dann wurde in alle Gläser (aus einer Masspipette) 0.5 ml neuhergestellte Stannochloridlösung zugegeben und sofort gemischt. Die $SnCl_2$-Lösung muss möglichst rasch zugegeben werden, damit die Entstehung der Molybdänblaufarbe in allen zu untersuchenden Lösungen sowie in Vergleichslösungen möglichst gleichzeitig anfangen würde. Vier Personen werden von einer Serie von 60 Gläsern in 1 Minute leicht fertig. Schon 3 Minuten nach dem $SnCl_2$-Zusatz kann der Farbenvergleich zwischen den zu untersuchenden und den Vergleichslösungen beginnen. Wenn die zu untersuchende Lösung mehr als 2 mg P_2O_5 pro Liter enthielt, wurde diese mit 0.01-normaler Salpetersäurelösung verdünnt und von der Verdünnung wurde eine neue P_2O_5-Bestimmung gemacht. Es wurde mit 0.01-normaler Salpetersäurelösung verdünnt, damit die Wasserstoffionenkonzentration der zu untersuchenden Lösung (pH am gewöhnlichsten zwischen 2.0 und 3.0) nicht beim Verdünnen sich verändern würde. Alle Vergleichslösungen waren in Bezug auf die Salpetersäure auch 0.01-normal.

Die Vergleichslösungen wurden folgenderweise hergestellt: In 1 Liter 1-normaler Salpetersäure wurde 479.6 mg Monokaliumphosphat

(Sörensen) gelöst. Aus dieser Grundlösung wurde eine 5-fache Verdünnung hergestellt (=Lösung A). Die eigentlichen Vergleichslösungen wurden hergestellt durch Zugabe pro 475 ml reines Wasser 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 20 und 25 ml Lösung A und soviel 0.2-normaler Salpetersäure, dass das Volumen der Lösungen 500 ml betrug.

Die Vergleichslösungen enthielten mithin 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 .... 1.7, 2.0 und 2.5 mg P_2O_5 pro Liter und waren in Bezug auf Salpetersäure 0.01-normal.

Die vorhererwähnte *Molybdatlösung* wurde durch Mischen von 1 Volumteil 10-proz. NH_4-Molybdatlösung mit 1 Volumteil konzentrierter Schwefelsäure hergestellt.

Zur Herstellung der *Stannochloridlösung* wurden pro 100 mg reine Stanniolfolie ein Tropfen 4-proz. Kupfersulfatlösung und 2 ml konzentrierter Salzsäure zugegossen. Nach der Beendigung der Reaktion wurde mit Wasser auf 10 ml verdünnt und filtriert. Die Stannochloridlösung wurde immer vor dem Gebrauch neu hergestellt.

Da das Entstehen der Blaufärbung sehr stark von der Wasserstoffionenkonzentration der Lösung abhängig ist, ist von Gewicht, dass die stark saure Molybdatlösung (in Bezug auf Schwefelsäure ca. 18-normal) sehr genau gemessen wird. Während der Reaktion waren die Lösungen in Bezug auf Schwefelsäure ca. 0.29-, in Bezug auf Salzsäure 0.03- und in Bezug auf Salpetersäure 0.01-normal.

Man hat festgestellt, dass die Gegenwart einiger Substanzen diese kolorimetrischen P_2O_5-Bestimmungen stören können. So können auch Arsen und Kieselsäure die gleiche Blaufärbung wie die Phosphorsäure hervorrufen; Fluoride, Ferri- und Titansalze dagegen verhindern diese Blaufärbung. Die Bodenauszüge enthalten fast nie störende Mengen von Arsen, Fluoride und Titalsalze. (Vergl. z. B. v. Wrangell 1926, Truog und Meyer 1929 sowie Bondorff und Steenbjerg 1932). Kieselsäure befindet sich fast immer in Bodenauszügen aber dennoch nicht so viel, dass es auf Resultat einwirken würde, wenn die Azidität der Lösung während der Reduktion so gross wie sie bei uns war, ist. Nach Parker und Fudge (1927) stört die Kieselsäure nicht einmal dann, wenn sich davon in der Lösung eine 1 000-fache Menge im Vergleich zu der Phosphorsäure befindet. Die einzige Substanz, die in den Bodenauszügen die kolorimetrische P_2O_5-Bestimmung stören könnte, ist das Ferri-Ion. Nach den Untersuchungen von Truog und Meyer (1929) darf sich in gewöhnlichen Serienarbeiten Ferrieisen höchstens 4—6 mg pro Liter befinden. Nach den von uns ausgeführten Untersuchungen müsste diese Grenze besonders in genaueren Arbeiten lieber in 2 mg pro Liter gehalten werden.

Um festzustellen, ob zu fürchten wäre, dass das Ferrieisen in unseren Untersuchungen störend wirken könne, haben wir aus den am meisten sauren Bödenauszügen (pH = ca. 2.0) kolorimetrische Eisenbestimmungen wie folgt gemacht: In Reagenzgläser wurden 10 ml von dem Bodenauszug gemessen und 4 Tropfen konzentrierte Salzsäure und 1 ml 10 % KSCN-Lösung hinzugefügt. Die so erzielte Rotfärbung wurde mit ähnlicherweise hergestellten Vergleichslösungen mit bekannter Ferrigehalt verglichen. Da in den von uns untersuchten Fällen der Ferrigehalt merkbar unter 2 mg pro Liter war, fanden wir keinen Anlass die »Eisengefahr» abzuwenden um so weniger da die Bodenauszüge in vielen Fällen für die P_2O_5-Bestimmung verdünnt werden mussten. Um uns zu überzeugen haben wir jedoch Kontrollbestimmungen von allen solchen Böden gemacht, deren $P_{2.00}$ so klein war, dass diese von unverdünntem Bodenauszug bestimmt werden musste. Nach diesen von ca. 240 Böden gemachten Bestimmungen haben sich aus Mineralböden keine störende Mengen von Ferrieisen gelöst, dagegen aber schon in einigen Fällen aus Torf- und Humusböden. Aus diesem Grund haben wir in dieser Arbeit für Torf- und Humusböden von den bei pH 2.00 und 2.25 bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen keine Schlussfolgerungen gezogen.

Oft erschwierigt die gelbliche Farbe der Bodenauszüge sehr die kolorimetrische P_2O_5-Bestimmung. Diese Schwierigkeit kann jedoch leicht beseitigt werden, wenn die Vergleichslösungen vor der Erzeugung der Blaufärbung mit irgend einer dazu geeigneter Substanz gleichfärbig mit den Bodenauszügen gefärbt werden. Wir haben dazu 0.02-proz. Bromkresolpurpur-Lösung gebraucht. Die störende Wirkung der Eigenfärbung der Bodenauszüge kann auch zum Teil ausgeschaltet werden, wenn der Farbenvergleich bei der kolorimetrischen P_2O_5-Bestimmung auf einer gelben Unterlage ausgeführt wird.

Die *pH-Bestimmungen* der Bodenauszüge wurden elektrometrisch mit der Kinhydronelektrode ausgeführt.

III. Über die auf den P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge einwirkenden Faktoren.

Der P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge ist von denjenigen Verhältnissen abhängig, in denen die Bodenauszüge hergestellt worden sind, also von

1) der Temperatur
2) der Art der Ausschüttelung
3) der Dauer der »
4) dem Mischungsverhältnis Boden : Lösungsmittel
5) der Art und Zusammensetzung des Lösungsmittels
6) der Konzentration des Lösungsmittels.

Die Einwirkung der Temperatur ist in dieser Arbeit nicht untersucht worden. Alle Ausschüttelungen müssen so weit wie möglich in der gleichen Temperatur ausgeführt werden. In unseren Untersuchungen wurde bei Zimmertemperatur von ca. 18° Celsius geschüttelt. Die Art der Ausschüttelung wurde schon vorher beschrieben (Seite 9).

Unsere Untersuchungsresultate über den Einfluss der Dauer der Auschüttelung, des Mischungsverhältnisses Boden : Lösungsmittel und der Wasserstoffionenkonzentration auf den P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge sind in folgenden Kapiteln beschrieben worden.

Als Lösungsmittel ist in diesen Untersuchungen ausschliesslich verdünnte Salpetersäure gebraucht worden. Diese Lösungsmittel wurde hauptsächlich deswegen gewählt, weil wir die Anwendbarkeit der Methode von Bondorff und Steenbjerg für die finnischen Verhältnisse prüfen wollten. Die erwähnten Forscher haben nämlich Salpetersäure als Lösungsmittel angewendet. Aus ihren Untersuchungen ging u. a. hervor, dass mit Salpetersäure weniger gefärbte und also sich für kolorimetrische Bestimmungen besser eignende Bodenauszüge als mit Salzsäure und Schwefelsäure erzielt worden ist.

Ferner ist zu bemerken, dass bei der Anwendung von Salpetersäure als Lösungsmittel ein mehr übersichtlicher Begriff von den Beziehungen zwischen der Löslichkeit der Bodenphosphate und der Wasserstoffionenkonzentration des Lösungsmittels als bei Anwendung von z. B. Zitronensäure oder Oxalsäure als Lösungsmittel, erhalten werden kann. Die Zitrat- und Oxalationen bilden nämlich mit Aluminium und Eisen Komplexverbindungen und dadurch wird die Ausdeutung der Untersuchungsresultate erschwierigt.

Ausserdem können die Phosphatbestimmungen bei der Gegenwart der erwähnten organischen Säuren nicht kolorimetrisch nach der Methoden von Denigès ausgeführt werden. Wie schon in der Einleitung erwähnt, haben auch andere Forscher wie Schloesing (1899), v. 'Sigmond (1907), Whitson und Stoddardt (1909), Fraps (1910), Blanck und Alten (1925) und Bamberg (1928) die Anwendung von Salpetersäure für die diesbezüglichen Untersuchungen empfohlen.

Tabelle 1.

Einfluss der Dauer der Ausschüttelung auf den PO_4-Gehalt des Bodenauszuges bei vershiedenen Mischungsverhältnissen Boden : Lösungsmittel.

Dauer der Ausschüttelung in Stunden t	Mischungsverhältnis Boden:Lösungsmittel																				
	1 : 500			2.5 : 500			5 : 500			10 : 500			20 : 500			30 : 500			45 : 500		
	$y_{beob.}$	$y_{ber.}$	$y_{rel.}$	$y_{beob.}$	$y_{ber.}$	$y_{rel.}$	$y_{beob.}$	$y_{ber.}$	$y_{rel.}$	$y_{beob.}$	$y_{ber.}$	$y_{rel.}$	$y_{beob.}$	$y_{ber.}$	$y_{rel.}$	$y_{beob.}$	$y_{ber.}$	$y_{rel.}$	$y_{beob.}$	$y_{ber.}$	$y_{rel.}$
1	0.44	0.41	48	0.95	0.93	49	1.61	1.52	51	2.96	2.56	53	4.26	3.90	50	5.10	4.89	45	6.33	5.70	51
2	0.53	0.58	58	1.22	1.31	64	1.96	2.14	59	3.48	3.61	62	5.23	5.51	61	6.44	6.90	57	8.00	8.05	64
3	0.68	0.68	73	1.34	1.52	70	2.54	2.49	77	4.25	4.19	76	6.29	6.39	74	8.00	8.01	71	9.68	9.34	78
4	0.76	0.74	83	1.55	1.65	81	2.55	2.70	77	4.50	4.55	81	7.00	6.95	82	9.62	8.70	85	11.14	10.15	90
6	0.77	0.80	84	1.86	1.81	97	3.16	2.96	95	5.03	4.97	90	7.86	7.60	92	9.67	9.53	86	11.47	11.10	92
12	0.92	0.89	100	1.92	2.00	100	3.31	3.28	100	5.59	5.51	100	8.54	8.41	100	11.28	10.53	100	12.43	12.28	100
	$A = 0.995$			$A = 2.24$			$A = 3.66$			$A = 6.16$			$A = 9.40$			$A = 11.78$			$A = 13.73$		

$k_1 A^{\frac{1}{3}} = 0.708$

1. Einfluss der Dauer der Ausschüttelung auf den P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges.

Bondorff und Steenbjerg (1932) haben nachgewiesen, dass die in ihren Versuchen beobachtete Abhängigkeit des P_2O_5-Gehaltes der Bodenauszüge von der Dauer der Ausschüttelung durch die Folgende Formel annähernd beschrieben werden kann:

$$y = \frac{A^2 k_1 t}{1 + A k_1 t} \qquad (1)$$

Hier bedeuten:

y = PO_4-Gehalt des Bodenauszuges (in mg pro Liter) zur Zeit t
t = die Dauer der Ausschüttelung
k_1 = eine Konstante
A = Sättigungskonzentration des Bodenauszuges (in mg PO_4 pro Liter). Diese Konstante wird auf Grund der Versuchszahlen berechnet (extrapoliert).

In einem Versuch mit Tonboden, in dem solche Salpetersäuremengen verwendet wurden, dass die pH-Zahl der Bodenauszüge nach jeder Ausschüttelung = 2.5 war, haben Bondorff und Steenbjerg (Seite 289) folgende Resultate erhalten: (Tabelle 1).

In dieser Tabelle 1 sind auch die von uns berechneten y rel-Zahlen gegeben, aus denen ersichtlich wird, wie viel Prozente der P_2O_5-Gehalt des Auszuges zur Zeit t von demjenigen P_2O_5-Gehalt ist, die erst nach 12-stündiger Ausschüttelung erreicht wird. Diese Prozentzahl bleibt bei allen Mischungsverhältnissen Boden : Lösungsmittel annähernd dieselbe. Durchschnittlich hat sich z. B. in 3 Stunden in allen Mischungsverhältnissen ca. 74 % von der in 12 Stunden zur Lösung gegangenen Menge gelöst.

In unseren Untersuchungen versuchten wir zu erklären, wie der P_2O_5-Gehalt der nach ihrer Azidität verschiedenen Bodenauszüge während der Ausschüttelung sich verändert. Für diese Untersuchung wurden zwei Bodenproben, die eine humoser Tonboden, der wenig lösbare P_2O_5 enthielt, und die andere verhältnismässig P_2O_5-reicher Torfboden, gebraucht. Beide Proben wurden im Mischungsverhältnis Boden : Lösungsmittel = 40 : 1 000 in mehreren Salpetersäurekonzentrationen verschiedene Zeiten lang geschüttelt. Die pH-Zahl und der P_2O_5-Gehalt der so erzielten Bodenauszüge wurden bestimmt und auf Grund der Resultate wurden die den pH-Zahlen 2.00, 2.25, 2.50 und 2.75 entsprechenden P_2O_5-Gehalte der Bodenauszüge interpoliert. Die Resultate sind aus der Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2.

Einfluss der Dauer der Ausschüttelung auf den P_2O_5-Gehalt der nach ihrer Azidität verschiedenen Bodenauszüge.

Dauer der Ausschüttelung in Stunden	Probe F 136, humoser Tonboden				Probe D 173, Torfboden			
	Die pH-Zahl der Bodenauszüge nach der Ausschüttelung							
	2.00	2.25	2.50	2.75	2.00	2.25	2.50	2.75
	P_2O_5 mg pro Liter							
¼ [1]	0.7	0.4	0.23	0.17	10.3	7.5	5.5	(3.5)
1 [1]	0.8	0.5	0.29	0.17	12.0	11.0	9.0	6.5
3 [1]	0.9	0.57	0.35	0.18	12.1	11.1	9.7	7.3
6 [1]	0.75	0.53	0.36	0.23	11.2	10.6	9.7	8.0
24 [2]	0.68	0.52	0.37	0.23	(8.2)	8.7	9.0	7.8
28 [3]	0.68	0.52	0.37	0.21	6.8	7.0	7.2	7.0
52 [4]	—	0.4	0.27	0.17	—	3.8	4.7	5.1

Aus den Zahlen dieser Tabelle ergibt sich, dass der P_2O_5-Gehalt der Auszüge dieser Böden schon nach 3—6-stündiger Ausschüttelung seinen Maximiwert erreicht hat. Wird die Dauer der Ausschüttelung noch länger, dann vermindert sich der P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges. Daraus folgt, dass für die von uns untersuchten Böden die Formel (1) von Bondorff und Steenbjerg nicht angewendet werden kann, weil die gemäss der Formel (1) berechnete Kurve keinen Maximalwert haben kann. Die nach der Formel (1) berechnete Kurve steigt kontinuierlich sich asymptotisch den Grenzwert A annähernd. Aus unseren Versuchsergebnissen ergibt sich mithin, dass die Abhängigkeit des P_2O_5-Gehaltes der Bodenauszüge von der Dauer der Ausschüttelung, wenn gleichzeitig die Wasserstoffionenkonzentration der Auszüge unveränderlich gehalten wird, ein verhältnismässig komplizierter Vorgang ist, wobei ausser Phosphorsäure auch andere Substanzen ausgelöst und absorbiert und die Eigenschaften der Bodenteilchen verändert werden. Aus diesen Umständen folgt, dass entweder die Fähigkeit der Bodenteilchen Phosphorsäure zu absorbieren zunimmt oder dass die in Lösung gegangene Phosphorsäure wieder gefällt (z. B. mit Eisen- und Aluminiumverbindungen) wird. So lässt sich der Umstand erklären, dass der P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge während der Ausschüttelung zuerst zunimmt und nach einiger Zeit wieder abnimmt.

---

[1]) Während der ganzen Zeit ausgeschüttelt.

[2]) Zuerst 6 Stunden geschüttelt und danach 18 Stunden stehen gelassen.

[3]) Wie vorherstehende (2) behandelt und danach 4 Stunden geschüttelt.

[4]) Wie vorherstehende (3) behandelt und danach 20 Stunden stehen gelassen und noch 4 Stunden geschüttelt.

Aus den Zahlen der Tabellen 1 und 2 ergibt sich, dass die Abhängigkeit des P_2O_5-Gehaltes der Bodenauszüge von der Dauer der Ausschüttelung (bei unveränderlicher pH) verschieden für jeden Boden ist. Mit dem von BONDORFF und STEENBJERG untersuchten Boden wurde dieser maximale Gehalt noch nicht nach 12-stündiger Ausschüttelung, dagegen mit den von uns untersuchten Böden schon nach 3—6-stündiger Ausschüttelung erreicht.

Ferner ist aus den Zahlen der Tabelle 2 ersichtlich, dass das Maximum des P_2O_5-Gehaltes in saureren Lösungen schneller erreicht wird als in weniger sauren. Bei pH = 2 wurde dieses Maximum nach ca. 3 Stunden, bei pH = 2.75 erst nach ca. 6 Stunden erreicht.

Um den maximalen P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge zu bestimmen müsste mit jedem Boden und bei jede pH-Zahl eine ganze Serie von Bestimmungen ausgeführt werden, wofür man verschiedene Zeiten ausschütteln müsste. Dies ist jedoch sehr zeitraubend und unbequem, besonders wenn die Anzahl der zu untersuchenden Bodenproben gross ist.

Aus diesem Grunde haben wir in unseren Untersuchungen ähnlich wie BONDORFF und STEENBJERG den P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge nach einer, nämlich nach 3-stündiger Ausschüttelung bestimmt. Der so bestimmte Gehalt ist, wie sich aus unseren Versuchsresultaten ergibt, annähernd gleich gross wie der maximale P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge. Ferner ist zu bemerken, dass die Veränderung des P_2O_5-Gehaltes der Auszüge schon nach 3-stündiger Ausschüttelung so langsam vor sich geht, dass kleine Unterschiede in der Schüttelungsdauer keinen praktischen Einfluss auf den P_2O_5-Gehalt der Auszüge ausüben.

2. Einfluss des Mischungsverhältnisses Boden: Lösungsmittel und der Wasserstoffionenkonzentration auf den P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge.

BONDORFF und STEENBJERG (1932) haben gezeigt, dass die Abhängigkeit des P_2O_5-Gehaltes der Bodenauszüge von dem Mischungsverhältnis Boden : Lösungsmittel in den von ihnen untersuchten Fällen durch die folgende Formel (2) wiedergegeben werden kann:

$$y = k_2x - k_3xy^n \qquad (2)$$

In dieser Formel bedeuten:

y = der P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges

x = pro einer bestimmten Menge des Lösungsmittels (z. B. pro 1 000 ml) angewendete Bodenmenge

k_2, k_3 und n sind Konstanten

Aus dem ersten Teil dieser Formel k_2x ergibt sich, wie der P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges bis zu der Sättigungsgrenze sich verändern würde, wenn das Phänomen nur als Auslösen zu erfassen wäre. Es würde dann mithin der P_2O_5-Gehalt (y) des Bodenauszuges bis zur Sättigungsgrenze direkt proportional mit der verwendeten Bodenmenge (x) sich verändern. Da in der Wirklichkeit jedoch der P_2O_5-Gehalt (y) des Bodenauszuges langsamer wächst als die Bodenmenge (x), haben die erwähnten dänischen Forscher angenommen, dass dieser Umstand als eine Folge der Absorption zu erfassen ist. Die absorbierte P_2O_5-Menge kann, wie schon Russell und Prescott (1916) gezeigt haben, nach der bekannten Freundlich'schen Formel berechnet (k_3xy^n = absorbierte P_2O_5-Menge) und von derjenigen Menge (k_2x) abgezogen werden, die ohne Absorption sich in der Lösung befinden würde. Auf diese Weise ist die Formel (2) hergeleitet worden. Nach den Versuchsergebnissen von Bondorff und Steenbjerg stimmen die nach dieser Formel berechneten und in den Versuchen beobachteten Zahlen gut überein.

Aus den von uns mit finnischen Böden ausgeführten Untersuchungen ergibt sich, dass für diese Böden nur in Ausnahmefällen die Formel (2) angewendet werden kann. Meistens ist der P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges bedeutend kleiner gewesen als nach der Formel (2) berechnet werden könnte. So haben wir in vielen Fällen beobachtet, dass der P_2O_5-Gehalt (y) zuerst mit der Bodenmenge (x) wächst, aber nach der Erreichung eines bestimmten Maximalwertes wieder abnimmt. Nach der Formel (2) — insofern die Konstanten k_2, k_3 und n positiv sind, welches die theoretische Voraussetzung für die Herleitung dieser Formel (2) ist — ist das Vorhandensein eines solchen Maximalwertes nicht möglich.

Bondorff und Steenbjerg haben bei der Herleitung der Formel (2) angenommen, dass die Menge der Absorbens x in der Freundlich'schen Formel $v = kxy^n$ direkt proportional mit der Bodenmenge sich verändern würde, d. h. dass die absorbierende Fähigkeit des Bodens pro 1 g berechnet in allen Mischungsverhältnissen Boden: Lösungsmittel unverändert bleiben würde. Dies trifft jedoch nicht zu, weil bei der gleichen pH-Zahl (z. B. bei pH = 2.5) in verschiedenen Mischungsverhältnissen auch die anderen Eigenschaften des Systems nicht unveränderlich sind. So z. B. wächst die Elektrolytkonzentration des Auszuges bedeutend mit der Bodenmenge auch wenn die pH unverändert bleibt. Ferner werden die von 1 g Boden in Lösung gegangenen P_2O_5-, Fe- und Al-Mengen bedeutend kleiner bei der Zunahme des Mischungsverhältnisses Boden:Lösungsmittel. Alle diese Umstände deuten dahin, dass die absorbierende Fähigkeit von

1 g Boden mit der Zunahme des Mischungsverhältnisses Boden:Lösungsmittel wächst. Mithin müsste an Stelle der Formel (2) etwa die folgende Formel $y = k_2x - k_3x^py^n$ angewendet werden, wo die Konstante p meistens grösser als 1 wäre. Für die drei Konstanten kann man leicht solche Werte geben, dass diese Formel auch für unsere finnischen Verhältnisse anzupassen wäre. Die Anwendung einer solchen Formel ist jedoch nach unserer Meinung nicht zweckmässig, weil sicherlich auch andere Faktoren als die Absorption (z. B. die Ausfällung von P_2O_5 mit Al- und Fe-Verbindungen) hier einwirken können. (Vergl. auch NERNST 1926, p. 670 u. f.).

BONDORFF und STEENBJERG haben aus ihren Versuchsergebnissen mit Hilfe der Formel (2) die Konstante k_2 berechnet. Diese Konstante bezeichnet die Menge der leichtlöslichen P_2O_5 in 1 g Boden, d. h. diejenige Menge die in Lösung geht, wenn das Auslösen durch die Absorption und durch andere Faktoren nicht verhindert wird. Die Konstante $k_2 \left(= \lim_{x=0} \frac{dy}{dx}\right)$ ist ein Mass der bei genügend kleinem Mischungsverhältnis Boden : Lösungsmittel aus dem Boden löslichen P_2O_5-Menge.

Da die Konstante k_2 eine bestimmte physikalische Bedeutung hat, haben wir aus unseren Versuchsresultaten auch den Wert dieser Konstante berechnet. Da die Formel (2) für unsere Versuchsresultate nicht anwendbar ist, haben wir zur Berechnung dieser Konstante folgende Formeln abgeleitet. Die Abhängigkeit des y von x kann genügend genau durch die folgende Interpolationsformel von LAGRANGE wiedergegeben werden (vergl. z. B. KIEPERT 1921, p. 548):

$$y = k_1 + k_2x + k_3x^2 + k_4x^3 \ldots\ldots \text{ usw.} \qquad (3)$$

Dabei sind k_1, k_2, k_3 u. s. w. Konstanten. Die physikalische Bedeutung der Konstante k_2 in dieser Gleichung ist dieselbe wie in der Gleichung (2), denn aus der Gleichung (3) ergibt sich durch Differentiation $k_2 = \lim_{x=0} \frac{dy}{dx}$. Sind y_2, y_3, y_4 usw. die den x-Werten x_2, x_3 und x_4 entsprechenden experimentell bestimmten Gehaltszahlen und wenn $x_1 = y_1 = 0$ ist, so wird

$$k_2 = \frac{(-x_3)\,(-x_4)\ldots.\,(-x_n)}{x_2\,(x_2-x_3)\ldots.\,(x_2-x_n)}\,y_2 + \frac{(-x_2)\,(-x_4)\ldots\ldots(-x_n)}{x_3\,(x_3-x_2)\,(x_3-x_4)\ldots(x_3-x_n)}\,y_3$$
$$+ \ldots\ldots + \frac{(-x_2)\,(-x_3)\ldots\ldots(-x_{n-1})}{x_n(x_n-x_2)\ldots\ldots(x_n-x_{n-1})}\,y_n \qquad (4)$$

Sind z. B. die pro 1 000 ml Lösungsmittel angewendeten Bodenmengen 5, 20 und 40 g und mithin $x_2 = 5$, $x_3 = 20$ und $x_4 = 40$, so ergibt sich aus der Formel (4):

$$k_2 = + 0.3048\ y_2 - 0.0333\ y_3 + 0.0036\ y_4.$$

In dieser Formel bedeuten y_2, y_3 und y_4 die den x-Werten x_2, x_3 und x_4 entsprechenden experimentell bestimmten P_2O_5-Gehalte der Bodenauszüge.

Mit Hilfe dieser Formel (4) haben wir aus unseren Versuchsergebnissen die Konstanten k_2 berechnet. Die Resultate sind aus der Tabelle 3 (Seite 23—25) und aus den Figuren 1—3 ersichtlich.

Aus den Figuren und Zahlen der Tabelle ergibt sich, wie schon früher erwähnt, dass in vielen Fällen bei der Zunahme des Mischungsverhältnisses Boden : Lösungsmittel der P_2O_5-Gehalt des Bodenauszüges zuerst wächst aber nach der Erreichung eines bestimmten Maximalwertes abzunehmen beginnt. Dieses kann besonders dann beobachtet werden, wenn die Wasserstoffionenkonzentration des Bodenauszuges klein ist (z. B. bei pH = 2.75 und pH = 3.00). So z. B. bei Anwendung der Bodenprobe B 419 (Figur 2) wächst der P_2O_5-Gehalt des Auszuges mit pH = 2.0 und 2.5 kontinuierlich mit der Zunahme des Mischungsverhältnisses Boden : Lösungsmittel, wogegen in Auszügen mit pH = 2.75 und pH = 3.0 der Maximale P_2O_5-Gehalt schon in Mischungsverhältnissen 120 : 1 000 und 80 : 1 000 erreicht wird. Daraus geht also hervor, dass die Fähigkeit des Bodens die Phosphorsäure zu absorbieren oder festzuhalten sehr stark von der Wasserstoffionenkonzentration des Bodenauszuges abhängig ist. Besonders deutlich ergibt sich dies aus den Zahlen der Tabelle 4 (Seite 26—27), die angeben, wie viel Phosphorsäure von 1 g Boden in verschiedenen Mischungsverhältnissen und Wasserstoffionenkonzentrationen in Lösung gegangen ist. Betrachten wir näher z. B. die folgenden aus den Untersuchungsergebnissen von 11 Bodenproben berechneten Mittelwerte (vergl. Tabelle 4):

Die pH-Zahl des Bodenauszuges	Mischungsverhältnis Boden : Lösungsmittel			
	1 : ∞	10 : 1 000	40 : 1 000	160 : 1 000
	von 1 g Boden durchschnittlich in Lösung gegangene relative P_2O_5-Menge			
2.00	100	74	47	29
2.25	100	70	41	20
2.50	100	66	37	14
2.75	100	64	31	9
3.00	100	64	25	5

Durchschnittlich ist mithin aus 1 g Boden bei Mischungsverhältnis 160 : 1 000 und bei pH = 2.0 29 % von denjenigen P_2O_5-Menge in Lösung gegangen, die bei Mischungsverhältnis 1 : ∞ sich gelöst hat. Bei pH = 3.0 war die entsprechende Prozentzahl nur 5. Die bei Mischungsverhältnis Boden: Lösungsmitte = 1 : ∞ in Lösung gegangene P_2O_5-Menge ($= k_2$) kann als ein Mass der lösbaren P_2O_5 angesehen und kurz als »lösbare P_2O_5-Menge» genannt werden. Mithin ist beim Mischungsverhältnis 160 : 1 000 durch den Boden von den »lösbaren P_2O_5-Menge» bei pH = 2.00 71 % und bei pH = 3.0 95 % festgehalten worden.

Durchschnittlich sind in 11 Böden bei verschiedenen Mischungsverhältnissen von der »lösbaren P_2O_5-Menge» durch den Boden folgende Prozente festgehalten worden:

pH der Bodenauszüge	Mischungsverhältnis			
	1 : ∞	10 : 1 000	40 : 1 000	160 : 1 000
	Von den »lösbaren P_2O_5-Menge» Prozente festgehalten worden			
2.00	0	26	53	71
2.25	0	30	59	80
2.50	0	34	63	86
2.75	0	36	69	91
3.00	0	36	75	95

Aus diesen Zahlen ergibt sich, wie die Fähigkeit des Bodens die Phosphorsäure festzuhalten mit der Abnahme der Wasserstoffionenkonzentration sich vergrössert.

Auch die »lösbare Phosphorsäuremenge» (k_2) wird bei der Abnahme der Wasserstoffionenkonzentration etwas kleiner. Für 11 Böden wurden folgende durchschnittliche Verhältniszahlen berechnet:

	pH = 2.00	pH = 2.25	pH = 2.50	pH = 2.75	pH = 3.00
Lösbare P_2O_5-Menge $= k_2$ (Verhältniszahl)	100	96.4	93.5	86.4	78.8

Bei pH = 3.00 ist im Mischungsverhältnis 1 : ∞ durchschnittlich 78.8 % von den bei pH = 2.0 ausgelösten Phosphorsäuremenge in Lösung gegangen. Bei den Mischungsverhältnissen Boden : Lösungsmittel = 10 : 1 000, = 40 : 1 000 und = 160 : 1 000 waren die entsprechenden durchschnittlichen Verhältniszahlen folgende:

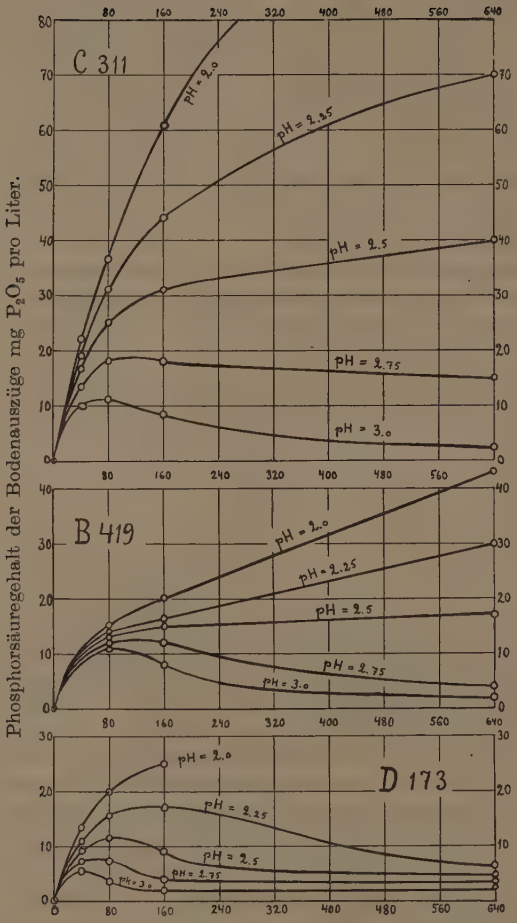

Fig. 1—3. Phosphorsäuregehalt der Bodenauszüge in verschiedenen Mischungsverhältnissen Boden : Lösungsmittel und bei verschiedenen Wasserstoffionenkonzentrationen. Bodenproben C 311, B 419 und D 173.

Tabelle 3.

Abhängigkeit des Phosphorsäuregehaltes der Bodenauszüge von dem Mischungsverhältnis Boden : Lösungsmittel.

Bodenprobe N:o	Bodenart	Pro 1 000 ml Lösungsmittel wurden g lufttrockene Boden gemischt	pH-Zahl des salpetersauren Bodenauszuges nach der 3-stündigen Ausschüttelung				
			2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
			P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges in mg pro Liter				
C 335	Sand	10	0.4	0.36	0.31	0.28	0.26
		40	0.55	0.47	0.41	0.35	0.30
		160	1.35	0.99	0.70	0.45	0.31
		640	3.8	2.1	1.3	0.9	0.6
		k_2	*0.051*	*0.046*	*0.040*	*0.036*	*0 034*
C 311	Sand	2.5	1.61	1.58	1.53	1.35	1.15
		4	2.8	2.7	2.6	2.4	2.1
		10	6.5	5.8	5.1	4.9	4.2
		20	10.1	9.6	9.1	8.8	8.4
		40	22.0	19.0	16.5	13.3	10.0
		80	36.5	31.0	25.0	18.0	11.0
		160	61.0	44.0	31.0	18.0	8.4
		640	110.0	70.0	40.0	15.0	2.5
		k_2	*0.659*	*0.659*	*0.653*	*0.558*	*0.473*
D 1249	Humoser Sand	2.5	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24
		5	0.40	0.37	0.34	0.32	0.29
		10	0.76	0.68	0.58	0.45	0.29
		20	1.11	0.75	0.54	0.42	0.34
		40	2.00	1.20	0.89	0.60	0.51
		160	6.9	4.3	2.3	1.3	0.7
		640	—	15.0	6.0	2.0	0.9
		k_2	*0.143*	*0.136*	*0.128*	*0.129*	*0 124*
D 699	Humoser Sand	2.5	0.87	0.81	0.75	0.70	0.65
		4	1.40	1.31	1.24	1.16	1.09
		10	2.80	2.71	2.62	2.53	2.45
		20	5.2	4.7	4.1	3.3	2.5
		40	9.5	7.7	6.0	4.3	2.6
		80	13.1	10.4	7.8	5.4	2.7
		160	33.0	17.0	8.0	5.0	2.0
		640	50	22	9	3.5	1.0
		k_2	*0.376*	*0.345*	*0.314*	*0.288*	*0.262*
D 935	Humoser Ton	2.5	0.56	0.55	0.54	0.48	0.40
		5	1.08	0.96	0.84	0.73	0.61
		10	1.80	1.48	1.24	1.05	0.91
		20	2.27	1.85	1.50	1.20	0.96
		40	3.10	2.55	2.00	1.40	0.80
		80	3.85	2.80	1.95	1.25	0.60
		160	4.50	3.00	1.95	1.10	0.50
		640	6.00	4.00	1.80	0.70	0.40
		k_2	*0.240*	*0.249*	*0.253*	*0.227*	*0 188*

Tabelle 3, *Fortsetzung.*

Bodenprobe N:o	Bodenart	Pro 1 000 ml Lösungsmittel wurden g lufttrockene Boden gemischt	pH-Zahl des salpetersauren Bodenauszuges nach der 3-stündigen Ausschüttelung				
			2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
			P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges in mg pro Liter				
B 419	Humoser Ton	2.5	1.12	1.08	1.05	1.02	1.00
		4	2.30	2.00	1.78	1.63	1.50
		10	3.50	3.43	3.36	3.30	3.22
		20	6.6	6.4	6.25	6.1	6.0
		40	11.0	10.2	9.6	9.0	8.3
		80	15.1	14.1	13.1	11.9	10.7
		160	20.0	16.4	14.9	12.0	8.0
		640	43.0	30.0	17.0	4.0	2.0
		k_2	*0.482*	*0.467*	*0.453*	*0.439*	*0.430*
D 326	Mit Ton beigemischter Niederungsmoor	2.5	1.52	1.40	1.30	1.23	1.19
		4	2.30	2.10	1.93	1.76	1.60
		10	4.20	3.74	3.31	2.93	2.60
		20	6.6	5.2	4.1	3.3	2.7
		40	8.5	6.9	5.7	3.3	1.3
		80	11.5	8.7	6.0	3.4	0.7
		160	15.0	9.4	4.5	1.2	0.6
		640	—	5.5	1.8	1.1	0.5
		k_2	*0.683*	*0.630*	*0.596*	*0.571*	*0.562*
D 173	Mit Ton beigemischter Niederungsmoor	2.5	1.35	1.37	1.40	1.35	1.30
		4	2.33	2.23	2.12	1.99	1.75
		10	4.8	4.5	4.21	3.9	3.65
		20	7.8	7.2	6.6	5.5	4.4
		40	13.5	11.0	9.1	7.2	5.5
		80	20.0	15.6	11.4	7.3	3.6
		160	25	17	9.0	3.8	1.9
		640	—	6.5	4.8	3.5	2.5
		k_2	*0.562*	*0.586*	*0.614*	*0.599*	*0.580*
D 936	Schluffboden	2.5	0.46	0.42	0.39	0.37	0.35
		5	0.80	0.70	0.64	0.61	0.58
		10	1.50	1.33	1.16	1.00	0.85
		20	2.25	1.93	1.66	1.43	1.20
		40	3.20	2.82	2.46	1.80	1.40
		80	4.1	3.4	2.6	1.8	1.1
		160	5.8	4.5	3.0	1.8	0.9
		640	—	4.2	2.0	1.0	0.4
		k_2	*0.197*	*0.181*	*0.172*	*0.167*	*0.162*
D 563	Schluffboden	2.5	2.32	2.25	2.10	1.9	1.5
		4	3.6	4.0	3.4	3.0	2.7
		10	9.2	8.1	7.1	6.3	5.6
		20	13.6	13.1	12.7	11.6	10.6
		40	25.6	25	23.5	18.5	11.3
		80	42.5	39	32	24	12
		160	80	60	40	25	13
		640	—	80	37	9	2.5
		k_2	*0.925*	*0.934*	*0.892*	*0.811*	*0.611*

Tabelle 3, *Fortsetzung.*

Bodenprobe N:o	Bodenart	Pro 1 000 ml Lösungsmittel wurden g lufttrockener Boden gemischt	pH-Zahl des salpetersauren Bodenauszuges nach der 3-stündigen Ausschüttelung				
			2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
			P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges in mg pro Liter				
D 1041	Tonboden	2.5	0.83	0.76	0.71	0.65	0.59
		5	1.17	1.12	1.06	1.01	0.96
		10	1.59	1.51	1.44	1.37	1.30
		20	2.25	2.10	1.92	1.50	1.00
		40	3.00	2.7	2.40	1.70	0.90
		80	3.15	2.75	2.20	1.40	0.20
		160	3.70	2.80	1.80	0.90	0.20
		640	—	3.00	1.10	0.25	0.15
		k_2	*0.403*	*0.365*	*0.341*	*0.310*	*0.278*

			pH = 2.00	pH = 2.25	pH = 2.50	pH = 2.75	pH = 3.00
Mischungsverhältnis	10 : 1 000	100	90.1	81.5	74.3	72.1
	40 : 1 000	100	85.4	73.5	57.2	41.4
	160 : 1 000	100	68.8	45.2	27.4	14.8

Bei der Anwendung des Mischungsverhältnisses 160 : 1 000 ist bei pH = 3.00 durchschnittlich nur 14.8 % von der bei pH = 2.00 ausgelösten P_2O_5-Menge in Lösung gegangen. In Folge der Absorption hat mithin diese Prozentzahl von 78.8 bis 14.8, mit der Zunahme des Mischungsverhältnisses von 1 : ∞ bis 160 : 1 000, abgenommen.

Als Ursache für den Zuwachs des P_2O_5-Gehaltes der Bodenauszüge mit der Zunahme der Wasserstoffionenkonzentration können zunächst zwei Faktoren angesehen werden, nämlich erstens die Zunahme der Löslichkeit der P_2O_5-haltigen Bodenbestandteilen und zweitens die Abnahme der Fähigkeit des Bodens die Phosphorsäure festzuhalten.

Wie schon die ebenbeschriebenen Versuchsergebnisse zeigen, hat die Abnahme der Fähigkeit des Bodens die Phosphorsäure festzuhalten mit der gleichzeitigen Zunahme der Wasserstoffionenkonzentration oft einen viel grösseren Einfluss auf den P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge als die Zunahme der Löslichkeit der P_2O_5-haltigen Bodenbestandteile. Diese komplizierten Verhältnisse wollen wir in späteren Untersuchungen gründlicher besprechen.

Aus der folgenden Zusammenstellung ergibt sich, wie viel von der »lösbaren P_2O_5-Menge» (k_2) im Mischungsverhältnis 40 : 1 000 in Lösung gegangen ist, d. h. im Mischungsverhältnis, das bei der Bestimmung der P_2O_5-Vergleichszahlen (Seite 9) angewendet worden ist (vergl. Tabelle 4):

Tabelle

Abhängigkeit der aus dem Boden ausgelösten Phosphorsäuremengen stoffionen-

Probe N:o	P_2O_5-Menge ausgedrückt in	pH-Zahl des salpetersauren Bodenauszuges: 2.00				2.25			
		Mischungsverhältnis Boden: 1 : ∞	10 : 1 000	40 : 1 000	160 : 1 000	1 : ∞	10 : 1 000	40 : 1 000	160 : 1 000
		Aus 1 g Boden ausgelöste P_2O_5-Menge ausgedrückt in mg							
C 335	mg	*0.051*	0.040	0.014	0.0084	*0.046*	0.036	0.0117	0.0062
»	Verhältniszahl	*100*	78	27	16	*100*	78	25	13
C 311	mg	*0.659*	0.650	0.550	0.3810	*0.659*	0.580	0.4760	0.2750
»	Verhältniszahl	*100*	99	84	58	*100*	88	72	42
D 1249	mg	*0.143*	0.076	0.050	0.0431	*0.136*	0.068	0.0300	0.0270
»	Verhältniszahl	*100*	53	35	30	*100*	50	22	20
D 699	mg	*0.376*	0.280	0.237	0.2060	*0.345*	0.271	0.1920	0.1060
»	Verhältniszahl	*100*	75	63	55	*100*	79	56	31
D 935	mg	*0.240*	0.180	0.077	0.0280	*0.249*	0.148	0.0640	0.0190
»	Verhältniszahl	*100*	75	32	12	*100*	59	26	8
B 419	mg	*0.482*	0.350	0.275	0.1250	*0.467*	0.343	0.2550	0.1025
»	Verhältniszahl	*100*	73	57	26	*100*	74	54	22
D 326	mg	*0.683*	0.420	0.212	0.0940	*0.630*	0.374	0.1720	0.0590
»	Verhältniszahl	*100*	61	31	14	*100*	59	27	9
D 173	mg	*0.562*	0.480	0.337	0.1564	*0.586*	0.450	0.2750	0.1060
»	Verhältniszahl	*100*	85	60	28	*100*	77	47	18
D 936	mg	*0.197*	0.150	0.080	0.0360	*0.181*	0.133	0.0670	0.0280
»	Verhältniszahl	*100*	76	41	18	*100*	74	37	15
D 563	mg	*0.925*	0.920	0.640	0.5000	*0.934*	0.810	0.6170	0.3750
»	Verhältniszahl	*100*	99	69	54	*100*	87	66	40
D 1041	mg	*0.403*	0.159	0.075	0.0230	*0.365*	0.151	0.0675	0.0175
»	Verhältniszahl	*100*	39	19	6	*100*	41	19	5
Mittelwerte der Verhältniszahlen		*100*	74	47	29	*100*	70	41	20

Im Mischungsverhältnis 40 : 1 000 ist von der »lösbaren P_2O_5-Menge« ($=k_2$) Prozente in Lösung gegangen

	die kleinste Prozentzahl	die grösste Prozentzahl	durchschnittlich in 11 Versuchen
pH = 2.00	19	99	47
2.25	19	72	41
2.50	17	66	37
2.75	12	58	31
3.00	6	53	25

Durchschnittlich ist im Mischungsverhältnis 40 : 1 000 bei pH = 2.00 47 %, bei pH = 2.25 41 %, bei pH = 2.50 37 %, bei pH = 2.75

4.

vom Mischungsverhältnis Boden : Lösungsmittel und von der Wasserkonzentration.

nach der 3-stündigen Ausschüttelung

2.50				2.75				3.00			
Lösungsmittel											
1 : ∞	10 : 1 000	40 : 1 000	160 : 1 000	1 : ∞	10 : 1 000	40 : 1 000	160 : 1 000	1 : ∞	10 : 1 000	40 : 1 000	160 : 1 000
und mit Verhältniszahlen (grösste Menge = 100)											
0.040	0.031	0.0102	0.0044	*0.036*	0.028	0.0088	0.0028	*0.034*	0.026	0.0075	0.0019
100	78	26	11	*100*	78	24	8	*100*	77	22	6
0.653	0.510	0.4130	0.1940	*0.558*	0.490	0.3250	0.1125	*0.473*	0.420	0.2500	0.0524
100	78	63	30	*100*	88	58	20	*100*	89	53	11
0.128	0.058	0.0223	0.0144	*0.129*	0.045	0.0150	0.0081	*0.124*	0.029	0.0128	0.0044
100	45	17	11	*100*	35	12	6	*100*	23	10	4
0.314	0.262	0.1500	0.0500	*0.288*	0.253	0.1070	0.0312	*0.262*	0.245	0.0650	0.0125
100	84	48	16	*100*	88	37	11	*100*	94	25	5
0.253	0.124	0.0500	0.0122	*0.227*	0.105	0.0350	0.0669	*0.188*	0.091	0.0200	0.0031
100	49	20	5	*100*	46	15	3	*100*	48	11	2
0.453	0.336	0.2400	0.0930	*0.439*	0.330	0.2250	0.0750	*0.430*	0.322	0.2080	0.0500
100	74	53	20	*100*	75	51	17	*100*	75	48	12
0.596	0.331	0.1420	0.0280	*0.571*	0.2930	0.0830	0.0075	*0.562*	0.260	0.0325	0.0037
100	55	24	5	*100*	51	15	1	*100*	46	6	1
0.614	0.421	0.2280	0.0560	*0.599*	0.390	0.1800	0.0230	*0.580*	0.365	0.1380	0.0119
100	69	37	9	*100*	65	30	4	*100*	63	24	2
0.172	0.116	0.0615	0.0190	*0.167*	0.100	0.0450	0.0113	*0.162*	0.085	0.0350	0.0056
100	67	36	11	*100*	60	27	7	*100*	52	22	3
0.892	0.710	0.5880	0.2500	*0.811*	0.630	0.4630	0.1560	*0.611*	0.560	0.2830	0.0810
100	80	66	28	*100*	78	57	19	*100*	92	46	13
0.341	0.144	0.0600	0.0113	*0.310*	0.137	0.0425	0.0056	*0.278*	0.130	0.0225	0.0012
100	42	18	3	*100*	43	14	2	*100*	47	8	2
100	66	37	14	*100*	64	31	9	*100*	64	25	5

31 % und bei pH = 3.00 25 % von der »lösbaren P_2O_5-Menge« in Lösung gegangen. Für verschiedene Bodenarten und in Einzelfällen variieren diese Prozentzahlen jedoch ziemlich viel. Daraus ergibt sich, dass die in dieser Arbeit gegebenen P_2O_5-Vergleichszahlen als kein direktes Mass der »lösbaren P_2O_5-Menge« angesehen werden können.

Die Grösse der P_2O_5-Vergleichszahlen ist mithin nicht nur von der »lösbaren P_2O_5-Menge« sondern auch von der P_2O_5 absorbierenden Fähigkeit des Bodens abhängig. Die im kleineren Mischungsverhältnis z. B. 10 : 1 000 bestimmten P_2O_5-Gehalte können schon

besser als ein Mass der »lösbaren P_2O_5-Menge» angesehen werden. Wie aus den Zahlen der Tabelle 4 sich ergibt, ist nämlich bei der Anwendung dieses Mischungsverhältnisses 10 : 1 000 von der »lösbaren P_2O_5-Menge» ($= k_2$) bei pH = 2.0 74 %, bei pH = 2.25 70 %, bei pH = 2.5 66 %, bei pH = 2.75 und pH = 3.00 64 % in Lösung gegangen.

Das Mischungsverhältnis 40 : 1 000 haben wir bei der Bestimmung der P_2O_5-Vergleichszahlen hauptsächlich deswegen angewendet, dass wir in erster Reihe die Anwendbarkeit der Methode von Bondorff und Steenbjerg für die finnischen Verhältnisse prüfen wollten.

In späteren Arbeiten wollen wir noch untersuchen, ob die Anwendung von anderen Mischungsverhältnissen oder die Bestimmung der Konstante k_2 sich noch besser zur Ermittlung des Phosphatdüngebedürfnisses eignen würden.

3. Abhängigkeit der P_2O_5-Vergleichszahlen von der Wasserstoffionenkonzentration des Bodenauszuges bei verschiedenen Bodenarten.

Für die Untersuchung über die Verhältnisse zwischen der Bodenart und der in verschiedenen pH bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen haben wir nach den Zahlen der Tabellen 7, 13 und 19 (Seite 53—63) die relativen in pH = 2.0 und pH = 3.0 bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen berechnet (die bei pH = 2.5 bestimmte Vergleichszahl gleich 100 gesetzt). Die Resultate sind aus den Tabellen 5 und 6 ersichtlich:

Tabelle 5.

Verhältniszahlen $\frac{100\ P_{3.0}}{P_{2.5}}$ *für verschiedene Bodenarten.*

Bodenart	Die bei pH = 3.0 bestimmte P_2O_5-Vergleichszahl in Prozenten von der bei pH = 2.5 bestimmten P_2O_5-Vergleichszahl $\left(\frac{100\ P_{3.0}}{P_{2.5}}\right)$											Die Summe der Bodenproben
	0—10	10.1—20	20.1—30	30.1—40	40.1—50	50.1—60	60.1—70	70.1—80	80.1—90	90.1—100	120—130	
	Die Anzahl der Bodenproben											
Sandböden	—	2	5	6	5	2	2	2	1	—	—	25
Humose Sandböden	3	12	10	17	22	12	12	3	—	—	—	91
Schluffböden	—	—	1	1	5	6	10	6	6	1	—	36
Tonböden und humose Tonböden	2	5	6	18	22	12	19	16	9	5	—	114
Humusreiche Böden und mit Ton oder Sand beigemischte Torfböden	2	14	21	33	26	17	11	6	6	2	—	138
Torfböden	—	1	2	1	3	1	—	4	5	11	2	30

Tabelle 6.

Verhältniszahlen $\frac{100\ P_{2.0}}{P_{2.5}}$ *für verschiedene Bodenarten.*

Bodenart	Die bei pH = 2.0 bestimmte P_2O_5-Vergleichszahl in Prozenten von der bei pH = 2.5 bestimmten P_2O_5-Vergleichszahl $\left(\frac{100\ P_{2.0}}{P_{2.5}}\right)$																Die Summe der Bodenproben
	100—110	111—120	121—130	131—140	141—150	151—160	161—170	171—180	181—190	191—200	201—210	211—220	221—230	231—240	241—250	251—270	271—∞	
	Die Anzahl der Bodenproben																	
Sandböden	—	—	1	1	3	4	5	1	1	3	2	3	1	—	—	—	—	25
Humose Sandböden	1	1	5	11	11	10	11	6	4	6	4	3	2	7	2	2	5	91
Schluffböden	3	11	9	2	5	2	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	36
Tonböden und humose Tonböden	6	12	16	15	17	7	13	7	5	4	5	2	1	2	—	—	2	114
Humusreiche Böden und mit Ton oder Sand beigemischte Torfböden	3	2	7	10	8	11	14	11	8	16	3	8	3	6	7	5	16	138
Torfböden	10	2	6	2	1	—	1	—	—	4	1	1	1	—	—	—	1	30

Die Mittelwerte der Verhältniszahlen für verschiedene Bodenarten sind aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich:

	$\frac{100 \cdot P_{2.0}}{P_{2.5}}$	67 % von den Fällen zwischen den Grenzen	$\frac{100 \cdot P_{2.0}}{P_{2.5}}$	67 % von den Fällen zwischen den Grenzen
Sandböden	176	143—200	42	26—54
Humose Sandböden	181	128—196	41	16—53
Schluffböden	133	114—150	65	50—80
Tonböden und humose Tonböden	154	118—171	55	33—73
Humusreiche Böden und mit Ton oder Sand beigemischte Torfböden	(201)[1])	145—250	44	23— 58
Torfböden	(143)[1])	100—140	78	72—100

Durchschnittlich ist mithin die bei pH = 2.0 bestimmte P_2O_5-Vergleichszahl für Sandböden 76 %, für humose Sandböden 81 %, für Schluffböden 33 %, für Tonböden und humose Tonböden 54 %, für humusreiche Böden und mit Ton oder Sand beigemischte Torfböden 101 % und für eigentliche Torfböden 43 %.

[1]) Diese Werte können etwas zu klein sein, weil die P_2O_5-Zahlen der Torfböden, wie schon erwähnt, wegen der bei der Analyse störenden Wirkung des Ferrieisengehaltes der Bodenauszüge zu niedrich sein können.

grösser als die bei pH = 2.5 bestimmte P_2O_5-Vergleichszahl. Die bei pH = 3.0 bestimmte P_2O_5-Vergleichszahl beträgt durchschnittlich 41—78 % von der bei pH = 2.5 bestimmten Vergleichszahl. Mit der Zunahme der Wasserstoffionenkonzentration um das Zehnfache (von pH = 3.0 bis pH = 2.0) hat sich die P_2O_5-Vergleichszahl durchschnittlich für Sandböden um das 4.2-, für humose Sandböden um das 4.4-, für Schluffböden um das 2.0-, für Ton- und humose Tonböden um das 2.8-, für humusreiche Böden und mit Ton oder Sand beigemischte Torfböden um das 4.6-, und für eigentliche Torfböden um das 1.8-fache vergrössert. Die P_2O_5-Vergleichszahl ist mithin für Schluffböden und eigentliche Torfböden weniger von der Wasserstoffionenkonzentration des Bodenauszuges abhängig als für andere Bodenarten. Diese Verhältnisse wollen wir in unseren späteren Arbeiten eingehender besprechen.

Wie sich aus den vorstehenden Tabellen 5 und 6 sowie aus der Zusammenstellung ergibt, variieren die in Frage stehenden Verhältniszahlen auch für dieselbe Bodenart ziemlich viel. Zweidrittel von den Verhältniszahlen $\frac{100 \cdot P_{2.0}}{P_{2.5}}$ haben zwischen den Grenzen für Sandböden 143—200, humose Sandböden 128—196 usw. variiert.

IV. Phosphorsäurevergleichszahlen und die in Feldversuchen mit Phosphatdüngung erzielten Heumehrerträge.

1. Über die Anwendung der Resultate von Feldversuchen als Vergleichsbasis für die bodenanalytischen Methoden.

Wie lässt sich der Fall feststellen, dass der Boden nicht phosphorsäurebedürftig ist? Diese Feststellung ist nur mit Hilfe von mehrjährigen und genügend vielseitigen Feldversuchen möglich. In dem Versuch muss als Grunddüngung genügend Kali und Stickstoff gegeben werden, weil sonst durch Phosphatdüngung nicht immer Mehrerträge erzielt werden auch wenn der Boden phosphatbedürftig ist. In vielen, besonders in früheren Jahren auf den Mineralböden angeordneten lokalen Feldversuchen kann die Wirkung der Phosphatdüngung nur aus den ausschliesslich mit Phosphatdüngung erzielten Mehrerträge berechnet werden. Wenn auch mit Phosphatdüngung kein Mehrertrag erzielt worden ist, kann der Boden doch phosphatbedürftig sein. Die Phosphatdüngung hat dann nämlich z. B. wegen des Kali- oder Stickstoffmangels keine Mehrerträge

produziert. In den auf Moorböden angeordneten Feldversuchen kann die Wirkung der Phosphatdüngung meistens nur aus den Versuchsgliedern PK-K berechnet werden. Auch dann kann die Phosphatdüngung wegen des Stickstoffmangels wirkungslos bleiben trotzdem dass der Boden zu wenig für die Pflanzen assimilierbare Phosphorsäure enthält. Nur im Falle, dass der Versuch die Versuchsglieder PKN un KN hat und die Ernten aus diesen beiden Versuchsgliedern während mehreren Jahren gleichbleiben, kann festgestellt werden, dass der Boden nicht phosphatbedürftig ist. Auf Grund einjähriger Versuchsergebnisse ist diese Feststellung nicht möglich, weil wegen ungünstiger Witterungsverhältnisse oder anderen Faktoren die Phosphatdüngung in einem Jahr wirkungslos bleiben kann auch wenn ihre Anwendung in anderen Jahren sehr vorteilhaft wäre.

Um eine Vorstellung über diese Verhältnisse zu erhalten, haben wir aus den 2—3-jährigen Versuchsergebnissen von Lähde (1930) berechnet, wie viel die mit Phosphatdüngung auf demselben Boden erzielten Mehrerträge während verschiedenen Jahren variieren können.

Die Resultate sind aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich:

Der Unterschied der mit Phosphatdüngung während verschiedener Jahren erzielten Mehrerträge in dz Heu pro ha	Anzahl der Versuche	Prozent von den Versuchen
0 — 2.5	45	36
2.6— 5.0	30	24
5.1—10.0	29	23
10.1—15.0	9	7
15.1—20.0	6	5
über 20.0	6	5
Zusammen	125	100

In 10 % von den Versuchen ist mithin der Mehrertrag in einem Jahre über 15 dz grösser gewesen als der in einem anderen Jahr erzielte Mehrertrag; in 40 % der Versuche ist dieser Unterschied über 5 dz gewesen usw. Daraus ergibt sich, dass auch in solchen Fällen, in denen in irgend einem Jahre kein Mehrertrag erzielt worden ist, die Anwendung der Phosphatdüngung jedoch sehr rentabel sein kann. So z. B. aus den 41 Versuchen von Lähde (1930), in denen der mit Phosphatdüngung in irgend einem Jahr erzielte Mehrertrag höchstens 3 dz betrug, in 26 Versuchen der Mehrertrag durchschnittlich schon grösser als 3 dz wurde, wenn die Resultate von 2—3 Jahren berücksichtigt werden. Daraus ergibt sich mithin,

dass der grösste Teil (ca. $^2/_3$) von solchen Böden, auf denen mit Phosphatdüngung im ersten Versuchsjahr keine oder nur unbedeutende Mehrerträge erzielt werden, doch als Phosphatdürftig angesehen werden müssen.

Von solchen mehrjährigen Feldversuchen, in denen die Phosphatdüngung garnicht gewirkt hat, sind in Finnland bis jetzt nur vereinzelt ausgeführt worden. Deswegen hatten wir nicht genügend Versuchsmaterial zur Ausarbeitung von Methoden, die zur Feststellung solcher Fälle dienen könnten, in denen der Boden nicht phosphatbedürftig ist. Die Feststellung der phosphatbedürftigen Fälle ist leichter. Das Vorhandensein des Phosphatbedarfes kann schon mit Hilfe der einjährigen Versuche festgestellt werden, wenn die Mehrerträge nur genügend gross und sicher sind. In dem letzterwähnten Falle ergibt sich der Phosphatbedarf schon aus den Mehrerträgen der ausschliesslich mit Phosphat gedüngten Versuchsparzellen.

Für diese Untersuchungen haben wir die Resultate von nur einjährigen Feldversuchen zur Verfügung gehabt. Wir haben ohne Auswahl, unabhängig von der Grösse des Mehrertrages, solche Versuche zur Prüfung genommen, in denen die Versuchsfehler klein waren. Die Versuche haben wir nach der Grösse der analytisch bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen der Böden in verschiedenen Gruppen eingeteilt und die Verteilung der mit Phosphatdüngung erzielten Mehrerträge in diesen Versuchsgruppen näher untersucht. Wie aus den in folgenden Kapiteln dargestellten Resultaten sich ergibt, sind in jeder Versuchsgruppe solche Versuche, in denen die Mehrerträge gross, aber auch Versuche, in denen die Mehrerträge kleiner gewesen sind. Ob in diesen nach der Grösse der P_2O_5-Zahlen aufgestellten Gruppen auch tatsächlich nicht phosphatbedürftige Böden vorkommen, können wir mit Sicherheit nicht entscheiden, weil, wie schon erklärt, viele (ca. $^2/_3$) von solchen Böden, auf denen die Phosphatdüngung im ersten Versuchsjahr keinen oder nur einen ganz unbedeutenden Mehrertrag gibt, doch nach den Ergebnissen der mehrjährigen Versuche phosphatbedürftig sind.

Die Resultate dieser einjährigen Versuche, in denen der Mehrertrag nur unbedeutend gewesen ist, haben wir in dieser Arbeit mitgenommen, damit die Mittelwerte der mit Phosphatdüngung erzielten Mehrerträge als richtig und zuverlässig angesehen werden konnten. Diese Mittelwerte der in vielen verschiedenen Feldversuche erzielten Mehrerträge geben gegenwärtig den besten und zu-

verlässigsten Ausdruck über die Mehrerträge, die mit Phosphatdüngung in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen zu erwarten sind, denn bei der Berechnung der Mittelwerte werden sowohl der Einfluss verschiedener Witterungsverhältnisse (der verschiedenen Jahren) als auch anderer örtlichen Verschiedenheiten berücksichtigt. Der Einfluss der verschiedenen Jahre wird dadurch berücksichtigt, dass das Versuchsmaterial von den unter 7 verschiedenen Jahren (1925—1931) ausgeführten Feldversuche eingesammelt worden ist.

Eine bessere und zuverlässigere Grundlage als diese Mittelwerte haben wir für die Ausarbeitung der analytischen Methoden zur Ermittlung des Düngebedarfs vorläufig leider nicht.

2. Versuchsergebnisse mit Sand-, humosen Sand- und Schluffböden.

Detaillierte Versuchsergebnisse von 159 Feldversuchen sind in der Tabelle 7 (Seite 53—56) gegeben. Eine Zusammenstellung der Mehrerträge, die in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen erzielt worden sind, ergibt sich aus der Tabelle 8 (Seite 34). Die Mittelwerte der in verschiedenen P_2O_5-Vergleichzahlgruppen erzielten Mehrerträge finden wir aus der Tabelle 9.

Tabelle 9.

Mittelwerte der Heumehrerträge in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen auf Sand-, humosen Sand- und Schluffböden.

P_2O_5 Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt worden ist									
	2.00		2.25		2.50		2.75		3.00	
	Mit 40 kg Phosphorsäure im ersten Versuchsjahr erzielter durchschnittlicher Heumehrertrag (in kg) und die Anzahl der Feldversuche									
	Mehrertrag	Anzahl	Mehrertrag	Anzahl	Mehrertrag	Anzahl	Mehrertrag	Anzahl	Mehrertrag	Anzahl
0.0— 0.99..	745	21	738	24	747	29	805	42	747	68
1.0— 1.9 ..	—	—	—	—	—	—	716	38	716	36
1.0— 2.9 ..	905	25	854	42	728	51	—	—	—	—
2.0— 2.9 ..	—	—	—	—	—	—	751	21	534	13
3.0— 4.9 ..	729	35	593	28	701	28	—	—	—	—
3.0— 5.9 ..	—	—	—	—	—	—	518	31	536	24
5.0— 7.9 ..	546	27	625	28	585	27	—	—	—	—
8.0—11.9 ..	563	28	625	18	585	14	—	—	—	—
6.0— 9.9 ..	—	—	—	—	—	—	586	17	—	—
6.0—11.9 ..	—	—	—	—	—	—	—	—	430	16
10.0—15.9 ..	—	—	—	—	—	—	132	9	—	—
12.0—19.9 ..	430	19	271	17	132	9	—	—	—	—

Tabelle 8.

Zusammenstellung der in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen erzielten Mehrerträge auf Sand-, humosen Sand- und Schluffböden.

pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Zahl bestimmt worden ist	Heumehrertrag dz pro ha	Anzahl der Feldversuche in folgenden P_2O_5-Vergleichszahlgruppen														Summe der Feldversuche
		0—0.19	0.2—0.49	0.5—0.99	1.0—1.9	2.0—2.9	3.0—3.9	4.0—4.9	5.0—5.9	6.0—6.9	7.0—7.9	8.0—8.9	9.0—9.9	10.0—13.9	14.0—∞	
3.00	10.01—∞	5	10	4	11	3	1	1	—	2	—	—	—	—	—	37
	5.01—10.0	8	8	8	10	3	5	5	2	1	1	1	—	1	1	54
	3.01— 5.0	5	5	3	6	2	1		—	—	1				—	23
	1.51— 3.0	1	4	2	8	3	1	1	1	1	—	1	—	1	—	24
	0 — 1.5	1	0	4	1	2	4	0	2		1	2	2	2	—	21
	Summe der Feldversuche	20	27	21	36	13	12	7	5	4	3	4	2	4	1	159
2.75	10.01—∞	2	4	7	11	8	—	2	1	—	1	1	—	—	—	37
	5.01—10.0	4	7	5	12	5	2	5	5	3	1	1	2	—	2	54
	3.01— 5.0	4	2	2	5	3	5	1	—	—	—	—	—	1	—	23
	1.51— 3.0	1	2	2	5	5	4	—	—	1	2	—	1	1	—	24
	0 — 1.5	—	—	—	5	—	2	2	2	1	—	2	1	5	1	21
	Summe der Feldversuche	11	15	16	38	21	13	10	8	5	4	4	4	7	3	159
2.50	10.01—∞	2	2	3	11	6	8	—	1	2	—	1		1	—	37
	5.01—10.0	3	3	7	7	5	5	3	5	5	3	2	—	4	2	54
	3.01— 5.0	4	—	2	6	1	5	2	1	1				1		23
	1.51— 3.0	—	3	—	2	8		4	2	—	2	—	—	2	1	24
	0 — 1.5	—	—	—	1	4	1	—	1	2	2	—	—	6	4	21
	Summe der Feldversuche	9	8	12	27	24	19	9	10	10	7	3	—	14	7	159
2.25	10.01—∞		4	2	8	8	4	4	2	1	—	2	1	1	—	37
	5.01—10.0		3	7	4	10	2	2	3	7	3	3	2	4	4	54
	3.01— 5.0		4	1	3	4	1	3	2	2	2	—	—	1	—	23
	1.51— 3.0		2	1	1	2	7	1	1	4	1	1	—	2	1	24
	0 — 1.5		—	—	—	2	2	2	—	—	—	3	1	5	6	21
	Summe der Feldversuche		13	11	16	26	16	12	8	14	6	9	4	13	11	159
2.00	10.01—∞		4	2	1	9	7	4	1	2	2	2	1	1	1	37
	5.01—10.0		3	4	6	2	9	3	—	3	3	5	1	10	5	54
	3.01— 5.0		4	1	2	3	3	—	3	1	2	2	1	1	—	23
	1.51— 3.0		2	1	1	—	2	5	3	1	1	3	2	1	2	24
	0 — 1.5		—	—	—	1	1	1	1	2	—	—	—	6	9	21
	Summe der Feldversuche		13	8	10	15	22	13	8	9	8	12	5	19	17	159

Auf Grund der Zahlen in Tabelle 9 haben wir schematisch dargestellt (vergl. Tabelle 10), wie der durchschnittliche Mehrertrag sich mit der Zunahme der P_2O_5-Vergleichszahlen verändert.

Tabelle 10.

Schematische Darstellung über die Veränderung des durchschnittlichen Heumehrertrages mit der Zunahme der bei verschiedenen Wasserstoffionenkonzentrationen bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen auf Sand-, humosen Sand- und Schluffböden.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt wird										
	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
	Mit 40 kg Phosphorsäure im ersten Versuchsjahr erzielter durchschnittlicher Heumehrertrag dz										
0.0— 0.99	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7
1.0— 1.9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7
2.0— 2.9	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	6
3.0— 3.9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	5
4.0— 4.9	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	5
5.0— 5.9	7	7	7	7	7	7	6	6	6	5	5
6.0— 6.9	7	7	7	7	7	6	6	6	5	5	5
7.0— 7.9	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	4
8.0— 8.9	6	6	6	6	6	6	5	5	4	4	4
9.0— 9.9	6	6	6	6	6	5	5	4	3	—	—
10.0—10.9	5	5	5	5	5	5	4	3	3	—	—
11.0—11.9	5	5	5	5	5	4	3	3	—	—	—
12.0—12.9	5	5	5	5	4	4	3	2	—	—	—
13.0—13.9	5	5	4	4	4	3	2	—	—	—	—

Mit Hilfe der Zahlen der Tabelle 10 kann jedesmal der durchschnittlich zu erwartende Mehrertrag bestimmt werden, wenn nur die P_2O_5-Vergleichszahl und die pH, bei der diese Vergleichszahl bestimmt worden ist, bekannt sind. Die Ermittlung des Phosphatdüngebedarfs kann mithin mit Hilfe von einer einzigen Ausschüttelung ausgeführt werden. Bei dieser Ausschüttelung wird die Salpetersäurekonzentration so bemessen, dass die pH des Bodenauszuges nach der Ausschüttelung zwischen 2 und 3 ist.

Der P_2O_5-Gehalt und die pH-Zahl des Auszuges werden bestimmt und mit Hilfe der Zahlen in Tabelle 10 wird dann der durchschnittlich zu erwartende Mehrertrag ermittelt.

Aus den Tabellen 9 und 10 ergibt sich ferner, dass mit der Zunahme der P_2O_5-Vergleichszahlen der durchschnittliche Mehrertrag kleiner wird, d. h. je grösser der P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges umso kleiner der mit Phosphatdüngung erzielte durchschnittliche Mehrertrag.

Ausser dem durchschnittlichen Mehrertrag ist es auch dem Landwirt wichtig zu wissen, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass die Anwendung der Phosphatdüngung für seine Böden sich rentiert. Aus den Zahlen der Tabelle 8 kann berechnet werden, in wie vielen Versuchen der mit 40 kg Phosphorsäure erzielte Mehrertrag in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen grösser als 150, 300,

500 oder 1 000 kg ist. Diese Anzahl der Versuche kann auch in Prozenten von der zu jeder Gruppe gehörenden Gesamtzahl der Versuche ausgedrückt werden. Diese Prozentzahlen derjenigen Versuche, in denen die Mehrerträge im ersten Jahre 300 kg übersteigen, finden wir aus der Tabelle 11. Die Anwendung der Phosphatdüngung kann in meisten Fällen rentabel angesehen werden, wenn der im ersten Jahre erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt. Diese Grenze von 300 kg ist passend, besonders wenn noch berücksichtigt wird, dass die totale Wirkung der Phosphatdüngung (die Nachwirkung mitgenommen) 2—3 mal grösser als der im ersten Versuchsjahre erzielte Mehrertrag ist (vergl. z. B. Tuorila und Tainio 1932, Seite 24).

Tabelle 11.

Anzahl und prozentische Anzahl der zu verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen gehörenden Versuche, in denen der mit Phosphatdüngung auf Sand-, humosen Sand- und Schluffböden im ersten Versuchsjahr erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt worden ist									
	2.00		2.25		2.50		2.75		3.00	
	Anzahl derjenigen Versuche, in denen der mit 40 kg P_2O_5 im ersten Versuchsjahr erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt, ausgedrückt in Prozenten von der Gesamtanzahl der Versuche und diese Gesamtanzahlen									
	%	Gesamtanzahl	%	Gesamtanzahl	%	Gesamtanzahl	%	Gesamtanzahl	%	Gesamtanzahl
0.0— 0.99	86	21	88	24	87	29	87	42	82	68
1.0— 1.9	—	—	—	—	—	—	74	38	75	36
1.0— 2.9	92	25	88	42	71	51	—	—	—	—
2.0— 2.9	—	—	—	—	—	—	76	21	62	13
3.0— 4.9	74	35	57	28	82	28	—	—	—	—
3.0— 5.9	—	—	—	—	—	—	68	31	63	24
5.0— 7.9	70	27	79	28	67	27	—	—	—	—
8.0—11.9	68	28	67	18	57	14	—	—	—	—
6.0— 9.9	—	—	—	—	—	—	53	17	—	—
6.0—11.9	—	—	—	—	—	—	—	—	44	16
10.0—15.9	—	—	—	—	—	—	22	9	—	—
12.0—19.9	48	19	29	17	22	9	—	—	—	—

Mit Hilfe der Zahlen in Tabelle 11 haben wir schematisch dargestellt, wie sich diese obenerwähnte prozentische Anzahl mit der Zunahme der P_2O_5-Vergleichszahlen verändert. (Vergl. Tabelle 12).

Mit Hilfe der Zahlen dieser Tabellen 11 und 12 kann mithin bestimmt werden, in wie vielen von hundert Versuchen der mit Phosphatdüngung im ersten Jahre erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt, wenn nur die P_2O_5-Vergleichszahl des Bodens und die entsprechende pH-Zahl bekannt sind.

Tabelle 12.

Schematische Darstellung über die Veränderung der prozentischen Anzahl derjenigen Versuche, in denen der Heumehrertrag 300 kg übersteigt, mit der Zunahme der bei verschiedenen Wasserstoffionenkonzentrationen bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen. Ergebnisse mit Sand-, humosen Sand- und Schluffböden.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt wird										
	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
	Prozentische Anzahl der Versuche, in denen der mit 40 kg P_2O_5 erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt										
0.0 - 0.99	89	89	88	88	87	87	86	85	84	83	82
1.0— 1.9	87	87	87	86	85	83	81	79	78	76	75
2.0— 2.9	84	84	84	83	81	80	77	75	73	71	68
3.0— 3.9	81	81	80	80	79	77	75	72	68	65	61
4.0— 4.9	78	78	77	77	76	75	72	69	65	61	56
5.0— 5.9	74	74	73	72	71	69	67	64	61	57	53
6.0— 6.9	71	70	70	69	68	67	64	61	57	53	50
7.0— 7.9	67	67	66	66	66	65	61	58	55	51	49
8.0— 8.9	63	63	63	62	62	61	57	53	50	47	45
9.0— 9.9	62	62	61	60	59	57	53	48	43	—	—
10.0—10.9	60	59	58	57	55	53	49	43	—	—	—
11.0—11.9	56	55	54	52	50	47	42	35	—	—	—
12.0—12.9	53	52	51	49	46	41	35	29	—	—	—
13.0—13.9	51	49	48	45	41	36	—	—	—	—	—
14.0—14.9	49	47	44	41	36	30	—	—	—	—	—
15.0—15.9	47	44	41	36	31	25	—	—	—	—	—

Diese Prozentzahl wird, wie auch zu erwarten war, mit der Zunahme der P_2O_5-Vergleichszahlen kleiner.

Ausdrücklich muss hier noch betont werden, dass in mehrjährigen Versuchen die prozentische Anzahl der Fälle, in denen der Mehrertrag durchschnittlich während verschiedener Jahre 300 kg übersteigt, viel grösser wäre als in unseren einjährigen Versuchen. Nehmen wir an, dass z. B. wie in den früher erwähnten Versuchen von LÄHDE (vergl. Seite 31) $^2/_3$ von denjenigen Versuchen, in denen der im ersten Jahre erzielte Mehrertrag höchstens 300 kg ist, doch nach den Ergebnissen der mehrjährigen Versuche durchschnittlich 300 kg übersteigende Mehrerträge erzielt werden, so müssten die in den Tabellen 11 und 12 gegebenen Prozentzahlen so korrigiert werden, dass an Stelle von 88 ca. 96, an Stelle von 79 ca. 93 und an Stelle von 67 ca. 89 usw. geschrieben wird.

Auf diese Weise kann nur solches Versuchsmaterial korrigiert werden, das demjenigen von LÄHDE entspricht. Der durchschnittliche Mehrertrag auf Sandböden beträgt in der Arbeit von LÄHDE 6—7 dz. Nur diejenigen Fälle könnten möglicherweise korrigiert werden, in denen der durchschnittliche Mehrertrag gleich gross (6—7

dz) ist. Hier sind die obenerwähnten Prozentzahlen grösser als 60 (vergl. Tabellen 10 und 12). Kleinere Prozentzahlen können auf diese Weise nicht korrigiert werden.

Jetzt wollen wir untersuchen, in welchen Fällen und mit wie grosser Sicherheit man auf Grund der P_2O_5-Vergleichszahlen Düngungsanweisungen für Sand-, humose Sand- und Schluffböden geben kann. Unseres Erachtens können Düngungsanweisungenin den jenigen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen gegeben werden, in denen der im ersten Jahre erzielte Heumehrertrag wenigstens in ca. $^2/_3$ von den Fällen 300 kg übersteigt. Dann bekommt man, wie schon vorher erklärt, während mehrerer Jahren (in mehrjährigen Versuchen) in über 90 % der Fälle durchschnittlich einen 300 kg (pro Jahr und ha) übersteigenden Mehrertrag. Düngungsanweisungen können wir mithin für Böden mit folgenden P_2O_5-Vergleichszahlen geben:

pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt wird	P_2O_5-Vergleichszahlen, auf Grund derselben Düngungsanweisungen gegeben werden können	Von den untersuchten Böden zwischen nebenstehenden Grenzzahlen
2.00	0—9	74 %
2.25	0—8	77 »
2.50	0—7	81 »
2.75	0—5	78 »
3.00	0—3	74 »

Die diesen P_2O_5-Vergleichszahlen entsprechenden, in der Tabelle 10 gegebenen, durchschnittlichen Mehrerträge können als ein Ausdruck dafür angesehen werden, wie grosse Wirkung mit der Phosphatdüngung zu erwarten ist. Für solche Böden, deren P_2O_5-Vergleichszahlen grösser als die vorhererwähnten sind, können wir vorläufig noch nicht Düngungsanweisungen geben. Erstens hatten wir von solchen Böden für unsere Untersuchungen zu wenige und zweitens deuten die Resultate der bisher untersuchten Fälle darauf hin, dass der Düngungsbedarf solcher Böden nicht mit Hilfe der P_2O_5-Vergleichszahlen bestimmt werden kann.

Wie eignen sich die bei verschiedenen pH bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen zur Bestimmung des Düngebedarfs? Aus der vorstehenden Zusammenstellung ergibt sich, für wie viele Prozente von den untersuchten Böden Düngungsanweisungen gegeben werden konnten. Diese Prozentzahl variiert von 74 bis 81. Diese Zahlen sind so nahe einander, dass praktisch genommen sich das ganze pH-Gebiet von 2 bis 3 überall gleich gut zur Bestimmung der P_2O_5-Vergleichszahlen eignet.

3. Versuchsergebnisse mit Lehm-, humosen Lehm- und Tonböden.

Detaillierte Versuchsergebnisse von 114 Feldversuchen sind in der Tabelle 13 (Seite 57—59) gegeben. Eine Zusammenstellung der Mehrerträge, die in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen erzielt worden sind, ergibt sich aus der Tabelle 14. Die Mittelwerte der

Tabelle 14.

Zusammenstellung der in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen erzielten Mehrerträge auf Lehm-, humose Lehm- und Tonböden.

pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Zahl bestimmt worden ist	Heumehrertrag dz pro ha	Anzahl der Feldversuche in folgenden P_2O_5-Vergleichszahlgruppen: 0—0.49	0.5—0.99	1.0—1.9	2.0—2.9	3.0—3.9	4.0—4.9	5.0—5.9	6.0—6.9	7.0—7.9	8.0—8.9	9.0—9.9	10.0—∞	Summe der Feldversuche
3.00	10.01—∞	4	2	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	12
	5.01—10.0	10	10	9	4	4	—	—	—	—	—	—	1	38
	3.01— 5.0	6	4	3	4	1	—	—	1	—	—	—	2	21
	1.51— 3.0	6	4	4	2	1	—	1	—	—	—	—	—	18
	0 — 1.5	7	2	6	4	2	2	—	—	1	—	—	1	25
	Summe der Feldversuche	33	22	26	16	8	2	1	1	1	—	—	4	114
2.75	10.01—∞	2	4	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	12
	5.01—10.0	4	8	13	3	7	2	—	—	—	—	—	1	38
	3.01— 5.0	1	5	3	6	2	1	—	—	1	—	—	2	21
	1.51— 3.0	3	4	5	3	—	2	1	—	—	—	—	—	18
	0 — 1.5	2	4	2	7	3	3	2	—	—	1	—	1	25
	Summe der Feldversuche	12	25	26	22	12	8	3	—	1	1	—	4	114
2.50	10.01—∞	1	2	3	4	1	1	—	—	—	—	—	—	12
	5.01—10.0	3	5	10	9	5	2	1	2	—	—	—	1	38
	3.01— 5.0	0	5	4	2	4	2	—	1	—	1	—	2	21
	1.51— 3.0	2	1	6	3	2	2	1	—	1	—	—	—	18
	0 — 1.5	2	3	2	4	3	3	3	1	2	1	—	1	25
	Summe der Feldversuche	8	16	25	22	15	10	5	4	3	2	—	4	114
2.25	10.01—∞	—	3	3	—	5	—	1	—	—	—	—	—	12
	5.01—10.0	3	4	6	9	6	5	1	1	1	—	1	1	38
	3.01— 5.0	—	3	6	1	3	2	1	1	—	1	1	2	21
	1.51— 3.0	2	1	4	2	4	2	1	1	—	—	1	—	18
	0 — 1.5	2	—	5	2	4	1	3	3	—	2	2	1	25
	Summe der Feldversuche	7	11	24	14	22	10	7	6	1	3	5	4	114
2.00	10.01—∞	—	3	2	1	3	2	—	—	1	—	—	—	12
	5.01—10.0	3	—	8	8	7	3	5	—	1	—	1	2	38
	3.01— 5.0	—	1	6	3	3	—	2	1	—	1	1	3	21
	1.51— 3.0	2	1	2	3	1	5	1	1	1	—	—	1	18
	0 — 1.5	2	—	4	2	2	3	1	3	3	—	3	2	25
	Summe der Feldversuche	7	5	22	17	16	13	9	5	6	1	5	8	114

in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen erzielten Mehrerträge finden wir aus der Tabelle 15.

Tabelle 15.

Mittelwerte der Heumehrerträge in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen auf Lehm-, humosen Lehm- und Tonböden.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt worden ist									
	2.00		2.25		2.50		2.75		3.00	
	Mit 40 kg Phosphorsäure im ersten Versuchsjahr erzielter durchschnittlicher Heumehrertrag (in kg) und die Anzahl der Feldversuche									
	Mehrertrag	Anzahl	Mehrertrag	Anzahl	Mehrertrag	Anzahl	Mehrertrag	Anzahl	Mehrertrag	Anzahl
0.0—0.49	372	7	372	7	475	8	513	12	456	33
0.5—0.99	842	5	670	11	490	16	537	25	600	22½
0.0—0.99	568	12	554	18	486	24	529	37	—	—
1.0—1.9	488	22	476	24	565	25	615	26	534	26
2.0—2.9	533	17	546	14	630	22	444	22	479	16
3.0—4.9	589	29	587	32	459	25	407	20	360	10
5.0—7.9	399	20	361	14	214	12	105	4	150	3
7.0—9.9	319	12	197	9	64	5	100	2	—	—

Auf Grund der Zahlen der Tabelle 15 haben wir schematisch dargestellt (vergl. Tabelle 16), wie der durchschnittliche Mehrertrag sich mit der Zunahme der P_2O_5-Vergleichszahlen verändert. Mit Hilfe der Zahlen dieser Tabelle 16 kann jedesmal der durchschnittlich auf Lehm-, humose Lehm- und Tonböden mit Phosphatdüngung zu erwartende Mehrertrag bestimmt werden, wenn nur die P_2O_5-Vergleichszahl und die pH, bei der diese Vergleichszahl bestimmt worden ist, bekannt sind.

Tabelle 16.

Schematische Darstellung über die Veränderung des durchschnittlichen Heumehrertrages mit der Zunahme der in verschiedenen Wasserstoffionenkonzentrationen bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen auf Lehm-, humosen Lehm- und Tonböden.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt wird										
	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
	Mit 40 kg Phosphorsäure im ersten Versuchsjahr erzielter durchschnittlicher Heumehrertrag dz										
0.00—0.49	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
0.50—0.99	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1.00—1.99	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
2.00—2.99	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5
3.00—3.99	6	6	6	6	5	5	5	4	4	4	4
4.00—4.99	5	5	5	5	5	4	4	4	3	3	3
5.00—5.99	5	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2
6.00—6.99	4	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2
7.00—7.99	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1
8.00—8.99	3	3	2	2	1	1	1	—	—	—	—

Aus dem Vergleich dieser Zahlen mit den entsprechenden mit Sand-, humosen Sand- und Schluffböden erzielten Zahlen ergibt sich erstens, dass die durchschnittlichen Mehrerträge auf Lehm-, humosen Lehm- und Tonböden kleiner sind als auf Sand-, humosen Sand- und Schluffböden, und zweitens, dass in der kleinsten P_2O_5-Vergleichszahlgruppe (0—0.49) die Mehrerträge auf Tonböden kleiner als in den nächst grösseren Gruppen sind. Beide Umstände können auf die grosse Absorptionsfähigkeit der Tonböden zurückgeführt werden. Die Phosphorsäure wird so stark durch die Tonböden festgehalten, dass bei der Anwendung des Mischungsverhältnisses Boden:Lösungsmittel = 40 : 1 000 und bei der Reaktion zwischen pH 2 und 3 nur ein kleiner Teil von der »lösbaren» Phosphorsäuremenge ausgelöst werden kann. D. h. die P_2O_5-Vergleichszahlen im Vergleich zu der Menge der lösbaren Phosphorsäure sind auf Tonböden viel kleiner als auf Sandböden und Torfböden. Es wird mithin verständlich, dass man auf Tonböden durch eine kleine Phosphatzugabe, die die Menge der lösbaren Phosphorsäure im Boden und die Konzentration der Bodenlösung nur verhältnismässig wenig erhöht, nicht gleich grosse Mehrerträge als auf Sandböden hervorrufen kann. Anderseits ist leicht zu verstehen, dass der Mehrertrag in den kleinsten P_2O_5-Vergleichszahlgruppen auf Tonböden kleiner ist als in den nächstfolgenden Gruppen. In jenen Böden ist nämlich die Phosphorsäurekonzentration der Bodenlösung zur Erzeugung von grossen Erträgen wahrscheinlich zu klein, und weil diese Böden die Phosphorsäure besonders stark festhalten, so kann eine so kleine P_2O_5-Zugabe wie 40 kg pro ha nicht viel die Konzentration der Bodenlösung erhöhen und mithin müssen die Ernten und Mehrerträge kleiner bleiben als auf solche Böden, deren Phosphorsäuregehalt und die P_2O_5-Konzentration der Bodenlösung schon von Anfang an etwas grösser gewesen ist.

Aus den Tabellen 17 und 18 finden wir die »Wahrscheinlichkeitsprozente» für 300 kg übersteigende Mehrerträge auf Lehm-, humosen Lehm- und Tonböden.

Wie ersichtlich, ist die Wahrscheinlichkeit, dass mit Phosphatdüngung 300 kg übersteigende Mehrerträge erzielt werden, um so grösser je kleiner die P_2O_5-Vergleichszahl ist, die allerkleinsten P_2O_5-Zahlen ausgenommen.

Dieser letzterwähnte Umstand steht damit in Zusammenhang, dass auch der durchschnittliche Mehrertrag in der kleinsten P_2O_5-Vergleichszahlgruppe kleiner als in der nächstfolgenden Gruppe ist.

Auch für Tonböden muss beachtet werden, dass in mehrjährigen Versuchen die prozentische Anzahl der Fälle, in denen der Mehrertrag durchschnittlich während verschiedener Jahre 300 kg übersteigt,

Tabelle 17.

Anzahl und prozentische Anzahl der zu verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen gehörenden Versuche, in denen der mit Phosphatdüngung auf Lehm-, humosen Lehm- und Tonböden im ersten Versuchsjahr erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt worden ist									
	2.00		2.25		2.50		2.75		3.00	
	Anzahl derjenigen Versuche, in denen der mit 40 kg P_2O_5 im ersten Versuchsjahr erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt, ausgedrückt in Prozenten von der Gesamtanzahl der Versuche und diese Gesamtanzahlen									
	%	Gesamtanzahl	%	Gesamtanzahl	%	Gesamtanzahl	%	Gesamtanzahl	%	Gesamtanzahl
0.0—0.49	43	7	43	7	50	8	58	12	61	33
0.5—0.99	80	5	91	11	75	16	68	25	73	22
0.0—0.99	58	12	72	18	67	24	65	37	65	55
1.0—1.9	73	22	62	24	68	25	73	26	62	26
2.0—2.9	71	17	71	14	68	22	55	22	62	16
3.0—4.9	62	29	66	32	60	25	60	20	50	10
5.0—7.9	50	20	43	14	33	12	25	4	33	3
7.0—9.9	42	12	44	9	20	5	50	2	—	—

Tabelle 18.

Schematische Darstellung über die Veränderung der prozentischen Anzahl derjenigen Versuche, in denen der Heumehrertrag 300 kg übersteigt, mit der Zunahme der in verschiedenen Wasserstoffionenkonzentrationen bestimmten P_2O_5-Zahlen. Ergebnisse mit Lehm-, humosen Lehm- und Tonböden.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt wird										
	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
	Prozentische Anzahl der Versuche, in denen der mit 40 kg P_2O_5 erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt										
0.00—0.49	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
0.50—0.99	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
1.00—1.99	74	75	76	75	75	74	73	72	71	69	67
2.00—2.99	70	70	70	70	69	68	67	66	65	63	60
3.00—3.99	65	65	65	65	64	63	61	59	57	55	53
4.00—4.99	63	62	62	61	60	58	56	53	51	49	46
5.00—5.99	56	56	55	54	52	50	48	46	44	42	39
6.00—6.99	51	50	49	47	45	43	41	39	37	35	32
7.00—7.99	46	45	44	42	40	38	36	34	31	28	25

viel grösser wäre als sich aus unseren einjährigen Versuchsresultaten (Tabelle 17 und 18) ergibt. Nach den Ergebnissen der früher erwähnten Arbeit von LÄHDE (vergl. Seite 31) hat man auf Tonböden

etwa in der Hälfte von denjenigen Versuchen, in denen der im ersten Jahre erzielte Mehrertrag höchstens 300 kg ist, doch nach den Ergebnissen der mehrjährigen Versuche durchschnittlich 300 kg übersteigende Mehrerträge erzielt. Falls die Resultate von mehreren Jahren berücksichtigt werden konnten, müssten die Prozentzahlen der Tabellen 17 und 18 so korrigiert werden, dass an Stelle von 80 ca. 90, an Stelle von 70 ca. 85 und an Stelle von 60 ca. 80 geschrieben wird. Kleinere Prozentzahlen als 60 können auf diese Weise nicht korrigiert werden, weil das Versuchsmaterial von LÄHDE solchen Fällen nicht entspricht.

Jetzt wollen wir untersuchen, in welchen Fällen und mit wie grosser Sicherheit man auf Grund der P_2O_5-Vergleichszahlen Düngungsanweisungen für Lehm-, humose Lehm- und Tonböden geben kann. Unseres Erachtens können solche Anweisungen in denjenigen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen gegeben werden, wo der im ersten Jahre erzielte Heumehrertrag wenigstens in 60 Prozenten von den Fällen 300 kg übersteigt. In diesen Gruppen haben wir genügend Versuchsmaterial gehabt. Wie eben erwähnt wurde, steigt das Wahrscheinlichkeitsprozent von 60 bis 80 wenn die Wirkung der Düngung während mehrerer Jahren berücksichtigt wird. Düngungsanweisungen können wir mithin für Lehm-, humose Lehm- und Tonböden mit folgenden P_2O_5-Vergleichszahlen geben.

pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt wird	P_2O_5-Vergleichszahlen, auf Grund derselben Düngungsanweisungen gegeben werden können	Von den untersuchten Böden zwischen nebenstehenden Grenzzahlen
2.00	0.5—6	72 %
2.25	0.5—5	71 »
2.50	0.5—4	68 »
2.75	0.5—4	75 »
3.00	0.5—3	85 »

Die aus der Tabelle 16 ersichtlichen diesen P_2O_5-Vergleichszahlen entsprechenden durchschnittlichen Mehrerträge geben die Grundlage für die Beurteilung des Düngungsbedarfs. Für solche Lehm-, humose Lehm- und Tonböden, deren P_2O_5-Vergleichszahlen kleiner als 0.5 sind, kann die Anwendung von grösseren Phosphatmengen oder wenigstens die Anwendung von Versuchen mit grösseren Phosphatmengen als die gewöhnlich in Feldversuchen angewendeten Mengen empfohlen werden. In solchen Fällen wieder, in denen die P_2O_5-Vergleichszahlen grösser als die obengegebenen Grenzzahlen sind, kann der Düngungsbedarf am zweckmässigsten mit Hilfe von Feldversuchen festgestellt werden.

Aus der obenstehenden Zusammenstellung ergibt sich noch, dass ca. 68 bis 85 Prozente der untersuchten Böden solche waren, für die man auf Grund der P_2O_5-Vergleichszahlen Düngungsanweisungen geben kann. Praktisch genommen scheint sich das ganze pH-Gebiet von 2 bis 3 überall gleich gut zur Bestimmung der P_2O_5-Vergleichszahlen der Tonböden zu eignen.

4. Versuchsergebnisse mit Torf- und mit humusreichen Böden.

Detaillierte Versuchsergebnisse von 168 Feldversuchen sind in der Tabelle 19 (Seite 60—63) gegeben. Eine Zusammenstellung der Mehrerträge, die in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen erzielt worden sind, ergibt sich aus der Tabelle 20. Die Mittelwerte der in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen erzielten Mehrerträge finden wir aus der Tabelle 21 und dieselben schematisch dargestellt aus der Tabelle 22.

Wegen der auf der Seite 12 erwähnten Umstände sind die bei pH 2.0 und 2.25 bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen in die Zusammenstellungen nicht mitgenommen worden.

Wie aus den Zahlen der Tabellen 20—22 ersichtlich ist, sind die auf Torf- und humusreichen Böden erzielten Mehrerträge durchschnittlich etwas grösser als die Mehrerträge der Sand-, humosen Sand- und Schluffböden. Dieses ist wenigstens zum Teil darauf zurückzuführen, dass die bei der Düngung gegebene Phosphatmenge für Torf- und humusreiche Böden grösser (50 kg P_2O_5 pro ha) gewesen ist als für Mineralböden (40 kg P_2O_5 pro ha). Auch muss in Betracht genommen werden, dass das Volumgewicht der Torfböden verhältnismässig klein ist und dass dieselbe P_2O_5-Vergleichszahl für leichtere Böden einer kleineren P_2O_5-Menge pro ha entspricht als für schweren Mineralböden.

Aus den Tabellen 23—24 finden wir die »Wahrscheinlichkeitsprozente» der 300 kg übersteigenden Mehrerträge für Torf- und humusreiche Böden. Im allgemeinen sind diese Prozentzahlen in allen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen ziemlich gross.

Wenn die Versuche mehrjährig gewesen wären, würde die Wahrscheinlichkeit der Erzielung von 300 kg übersteigenden Mehrerträgen in allen Versuchsgruppen wenigstens über 90 % steigen. Genügend Versuchsmaterial hatten wir jedoch für folgende P_2O_5-Vergleichszahlen:

pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt wird	P_2O_5-Vergleichszahlen, auf Grund derselben Düngungsanweisungen gegeben werden können	Von den untersuchten Böden zwischen nebenstehenden Grenzzahlen
2.50	0—7	92 %
2.75	0—5	91 »
3.00	0—3	91 »

Düngungsanweisungen können wir für solche Torf- und humusreiche Böden geben, deren P_2O_5-Vergleichszahlen sich zwischen den obenerwähnten Grenzzahlen befinden. Über 90 % von den untersuchten Torf- und humusreichen Böden sind mithin solche, für denen Düngungsanweisungen auf Grund der P_2O_5-Vergleichszahlen gegeben werden können.

Das ganze pH-Gebiet von 2.5—3.00 scheint überall ebenso gut sich zur Bestimmung der P_2O_5-Vergleichszahlen zu eignen.

Tabelle 20.

Zusammenstellung der in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen erzielten Mehrerträge auf Torf- und humusreichen Böden.

pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt werden ist	Heumehrertrag dz pro ha	Anzahl der Feldversuche in folgenden P_2O_5-Vergleichszahlgruppen												Summe der Feldversuche
		0—0.24	0.25—0.49	0.50—0.99	1.0—1.9	2.0—2.9	3.0—3.9	4.0—4.9	5.0—5.9	6.0—6.9	7.0—7.9	8.0—8.9	9.0—9.9	10.0—	
3.00	10.01—	14	12	12	9	8	1	1	1	—	—	—	—	—	58
	5.01—10.0	23	8	13	7	2	1	1	—	1	1	—	—	—	57
	3.01— 5.0	6	4	9	5	1	—	2	—	—	—	—	—	1	28
	1.51— 3.0	3	2	3	2	2	1	1	—	—	—	—	1	—	15
	0 — 1.5	1	2	0	2	2	1	1	—	—	—	—	—	1	10
	Summe der Feldversuche	47	28	37	25	15	4	6	1	1	1	—	1	2	168
2.75	10.01—	5	15	12	11	6	5	1	2	—	1	—	—	—	58
	5.01—10.0	16	7	13	11	4	2	—	2	—	1	—	—	—	57
	3.01— 5.0	3	3	8	5	4	1	1	1	1	—	—	—	1	28
	1.51— 3.0	1	2	2	1	5	2	—	—	1	—	—	—	1	15
	0 — 1.5	1	—	2	—	3	1	—	1	1	—	—	—	1	10
	Summe der Feldversuche	26	27	37	28	22	11	2	6	4	2	—	—	3	168
2.50	10.01—	3	9	11	13	11	3	2	3	—	—	2	—	1	58
	5.01—10.0	10	4	13	15	7	2	—	1	2	2	1	—	—	57
	3.01— 5.0	2	2	5	6	6	1	1	1	2	—	1	—	1	28
	1.51— 3.0	1	1	2	1	2	3	3	—	—	—	1	—	1	15
	0 — 1.5	1	—	1	1	—	2	1	1	—	1	1	—	1	10
	Summe der Feldversuche	17	16	32	36	26	11	7	6	4	3	6	—	4	168

Tabelle 21.

Mittelwerte der Heumehrerträge in verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen auf Torf- und humusreichen Böden.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt worden ist					
	2.50		2.75		3.00	
	Mit 50 kg Phosphorsäure im ersten Versuchsjahr erzielter durchschnittlicher Heumehrertrag (in kg) und die Anzahl der Feldversuche					
	Mehrertrag	Anzahl	Mehrertrag	Anzahl	Mehrertrag	Anzahl
0.00—0.24	732	17	818	26	896	47
0.25—0.49	1 123	16	1 175	27	1 048	28
0.50—0.99	957	32	893	37	917	37
0.00—0.49	916	33	1 000	53	953	75
0.25—0.99	1 025	48	1 012	64	974	65
0.00—0.99	949	65	956	90	941	112
1.0 —1.9	1 001	36	1 022	28	920	25
2.0 —2.9	1 067	26	825	22	1 076	15
3.0 - 3.9	689	11	874	11	432	4
4.0 —4.9	666	7	860	2	570	6
3.0 —4.9	680	18	871	13	515	10
5.0 —9.9	718	19	693	12	(812)	4

Tabelle 22.

Schematische Darstellung über die Veränderung des durchschnittlichen Heumehrtrages mit der Zunahme der in verschiedenen Wasserstoffionenkonzentrationen bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen auf Torf- und humusreichen Böden.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt wird					
	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
	Mit 50 kg Phosphorsäure im ersten Versuchsjahr erzielter durchschnittlicher Heumehrertrag dz					
0.00—0.49	9	9	10	10	10	10
0.49 -0.99	9	9	10	10	9	9
1.00—1.99	10	10	10	9	9	9
2.00—2.99	10	10	9	9	9	9
3.00—3.99	9	9	9	8	8	7
4.00—4.99	8	8	8	7	6	5
5.00—5.99	7	7	7	6	—	—
6.00—6.99	7	7	—	—		—
7.00—7.99	7	—	—	—	—	—

Tabelle 23.

Anzahl und prozentische Anzahl der zu verschiedenen P_2O_5-Vergleichszahlgruppen gehörenden Versuche, in denen der mit Phosphatdüngung auf Torf- und humusreichen Böden im ersten Versuchsjahr erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt worden ist					
	2.50		2.75		3.00	
	Anzahl derjenigen Versuche, in denen der mit 50 kg P_2O_5 im ersten Versuchsjahr erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt, ausgedrückt in Prozenten von der Gesamtanzahl der Versuche und diese Gesamtanzahlen					
	%	Gesamtanzahl	%	Gesamtanzahl	%	Gesamtanzahl
0.0—0.49	91	33	92	53	89	75
0.5—0.99	91	32	89	37	92	37
0.0—0.99	91	65	91	90	90	112
1.0—1.99	94	36	96	28	84	25
2.0—2.9	92	26	64	22	73	15
2.0—3.9	81	37	67	33	69	19
3.0—4.9	50	18	77	13	60	10
4.0—5.9	62	13	87	8	71	7
5.0—9.9	79	19	75	12	75	4

Tabelle 24.

Schematische Darstellung über die Veränderung der prozentischen Anzahl derjenigen Versuche, in denen der Heumehrertrag 300 kg übersteigt, mit der Zunahme der bei verschiedenen Wasserstoffionenkonzentrationen bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen. Ergebnisse mit Torf- und humusreichen Böden.

P_2O_5-Vergleichszahl	pH-Zahl, bei der die P_2O_5-Vergleichszahl bestimmt wird					
	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
	Prozentische Anzahl der Versuche, in denen der mit 50 kg P_2O_5 erzielte Heumehrertrag 300 kg übersteigt					
0.0—0.49	91	91	91	90	90	89
0.5—0.99	91	91	91	90	90	92
0.0—0.99	91	91	91	90	90	90
1.0—1.9	95	95	95	93	90	85
2.0—2.9	92	90	88	85	81	76
3.0—3.9	84	82	80	77	73	69
4.0—4.9	76	75	74	72	69	65
5.0—5.9	—	—	—	—	—	—

5. Über die Anwendung von P_2O_5-Vergleichszahlen zur Bestimmung des Düngebedarfs.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, hat man in Dänemark in »Statens Planteavls Laboratorium» schon tausende von Landwirten eingesandten Bodenproben untersucht. Von diesen Proben ist die sogenannte »Phosphorsäurezahl» bestimmt und auf Grund derselben Düngungsanweisungen gegeben worden. In dem den Landwirten eingesandten Antwortsformular werden ausser der »Phosphorsäurezahlen» auch die mit 200 oder 300 kg Superphosphat zu erwartenden durchschnittlichen Mehrerträge für die gewöhnlichsten Nutzpflanzen mitgeteilt. Ausserdem enthält das Formular folgende allgemeine Anweisungen:

Vejledning

til Vurdering af Fosforsyreundersøgelsens Resultat.

F o s f o r s y r e t a l l e t er et Maal for Jordens Indhold af virksom Fosforsyre, men det giver i k k e u d t ø m m e n d e Oplysninger om Jordens Fosforsyretilstand (saa lidt som Reaktionstallet om Kalktilstanden).

Fosforsyretallet vil i danske Jorder almindeligt variere mellem 0 og 25, men k a n undtagelsesvis gaa langt højere (over 100) ved særligt fosforsyrerige Jorder. Gennemsnittet for et større Antal hidtil undersøgte Jorder er ca. 6.

Jo lavere Fosforsyretal, desto større Virkning af Fosforsyretilskud kan ventes, og efter det h i d t i l foreliggende Materiale synes der at kunne opstilles følgende Regel for Fosforsyrevirkningen:

Fosforsyretal	under	3	= Stærk Virkning i alle Afgrøder.
do.	over	10	= Kun undtagelsesvis Virkning.
do.	mellem 3 og	10	= Virkningen er mindre og afhængig af Afgrødens Art.

Ved Anvendelse af Fosforsyretallet som Middel til nærmere at forudsige Virkningen af et Fosforsyretilskud maa man erindre, at Virkningen af et bestemt Fosforsyretilskud i høj Grad er afhængig af A a r e t (Vejrlig o. a.) samt af hvilken anden Gødskning, der anvendes, Saatid o. m. a. Ud fra Fosforsyretallet kan man kun drage

Slutninger med Hensyn til, hvorledes Fosforsyre vil virke under ganske bestemte Forhold, nemlig de Forhold, hvorunder Superfosfat gennemsnitlig anvendes i danske, lokale Forsøg.

I Rubrikken længst til højre er under Normalvirkning anført Virkningen af Superfosfat for de Mængder og Afgrøder, hvor det til Dato foreliggende Forsøgsmateriale er saa stort, at man kan beregne en Normalvirkning, d. v. s. den Virkning der faas, under de i Forsøgene gennemsnitlig herskende Omstændigheder.

For en Række Afgrøders Vedkommende foreligger endnu ikke saa mange Forsøg, at der kan beregnes en Normalvirkning, og det maa ogsaa erindres, at Normalvirkningen kan findes at blive lidt anderledes, naar i Aarenes Løb nye Forsøgsresultater kommer til.

Hvorvidt der paa en given Ejendom opnaas over eller under Normalvirkning vil — bortset fra det enkelte Aars Vejrligsforhold — afhænge af Driftsforholdene. Det maa her erindres, at tidligere Aars rigeligere eller sparsommere Anwendelse af Fosforsyre allerede har fundet Udtryk i Fosforsyretallet, men at f. Eks. rigelig Kvælstoftilførsel kan forstærke Fosforsyrevirkningen. Endvidere maa det anses for sandsynligt, at der paa sure Jorder faas større Fosforsyrevirkning end paa neutrale og alkaliske, samme Fosforsyretal forudsat.

Die Phosphorsäurezahl der Dänen ist der im Mischungsverhältnis Boden : Lösungsmittel = 40 : 1000 und bei der Reaktion pH = 2.5 bestimmte PO_4-Gehalt (in mg pro Liter) des Bodenauszuges. Da wir unsere P_2O_5-Vergleichszahlen in mg P_2O_5 pro Liter ausgedrückt haben, so folgt daraus, dass unsere bei pH = 2.5 bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen sich zu den Phosphorsäurezahlen der Dänen wie 71 : 95 verhalten. Der Zahl 3 der Dänen entspricht mithin unsere Zahl 2.25 und der Zahl 10 der Dänen unsere Zahl 7.5 usw. Die Phosphorsäurezahl der dänischen Böden beträgt durchschnittlich ca. 6; dieses entspricht mithin unserer Zahl 4.5. Aus der folgenden Zusammenstellung finden wir die P_2O_5-Vergleichszahlen (bei pH = 2.5 bestimmten) von den von uns untersuchten Böden:.

	P_2O_5-Vergleichszahl			Durchschnittliche P_2O_5-Vergleichszahl
	kleiner als 1	1—4	über 4	
	in Prozenten von den untersuchten Fällen			
Sand-, humose Sand- und Schluffböden	18	44	38	4.2
Lehm-, humose Lehm- und Tonböden	21	54	25	3.3
Torf- und humusreiche Böden	39	43	18	2.3

Da die P_2O_5-Vergleichszahl der meisten finnischen Böden kleiner als 4 ist, sind die finnischen Böden scheinbar durchschnittlich »phosphorsäureärmer» als die dänischen Böden. Nach den in Dänemark erzielten Versuchsergebnissen ist die Wirkung der Phosphatdüngung

gross, wenn die P_2O_5-Vergleichszahl kleiner als 2.25 ist (entspricht der dänischen Zahl 3),

kleiner und von der Art der Versuchspflanze abhängig, wenn die P_2O_5-Vergleichszahl zwischen 2.25—7.5 variiert (dän. 3—10),

nur in Ausnahmefällen nachweisbar, wenn die P_2O_5-Vergleichszahl grösser als 7.5 ist (dän. 10).

Für die finnischen Böden können Düngungsanweisungen für Heu gegeben werden, wenn die P_2O_5-Vergleichszahlen (bestimmt bei pH = 2.5) folgende sind:

Für Sand-, humose Sand- und Schluffböden	0 —7,
» Lehm-, humose Lehm- und Tonböden	0.5—4,
» Torf- und humusreiche Böden	0 —7.

Die Grenzwerte unserer P_2O_5-Vergleichszahlen sind von der gleichen Grössenordnung wie die entsprechenden für die dänischen Verhältnisse gegebenen Zahlen. Nur unsere Grenzwerte für Tonböden weichen etwas von den durchschnittlichen dänischen Zahlen ab.

Auf Grund der mit Heu von Mähwiesen erzielten Grenzwerte und durchschnittlichen Mehrerträge können verläufig, bis wir genügend Versuchsmaterial bekommen, Düngungsanweisungen auch für andere Nutzpflanzen gegeben werden. Unsere bisherigen Versuchsergebnisse deuten nähmlich darauf hin, dass die Resultate in dieser Weise angepasst werden können. Mit Hafer kann die Wirkung der Phophatdüngung vielleicht verhältnismässig etwas kleiner als mit Heu bleiben. Für Gerste, Kohlrüben und Kartoffel kann angenommen werden, dass die Wirkung der Phosphatdüngung verhältnismässig wenigstens ebenso gross ist als für Heu.

Die Anwendung der P_2O_5-Vergleichszahlen zur Bestimmung des Phosphatdüngebedarfs kann schon auch für die finnischen Verhältnisse empfohlen werden. Diese Methode scheint in Finnland ebenso gut anwendbar sein als in Dänemark. Diese Bestimmungen würden sicher für die Landwirte vom grossen Nutzen sein. Da in Finnland bis jetzt noch nicht alle Ackerflächen mit Phosphat gedüngt werden, wäre es jedoch wichtig, dass man die zur Verfügung stehenden Düngemittelmengen dort geben würde, wo von diesen Düngemitteln der grösste Nutzen zu erwarten wäre.

V. Zusammenfassung der Resultate.

In vorliegender Arbeit sind die in Feldversuchen mit Phosphatdüngung auf Mähwiesen erzielten Mehrerträge und die P_2O_5-Vergleichszahlen der Versuchsböden mit einander verglichen worden. Als P_2O_5-Vergleichszahlen bezeichnen wir diejenigen P_2O_5-Mengen (mg), die während 3-stündiger Ausschüttelung aus 40 g lufttrockenem Boden in einem Liter durch solche Salpetersäurelösungen ausgelöst werden, die den Bodenauszügen die pH-Werte 2.00, 2.25, 2.50, 2.75 und 3.00 geben. Für jede Bodenprobe sind mithin fünf verschiedene P_2O_5-Vergleichszahlen ermittelt worden. Ausserdem wurden in den Untersuchungen die auf den P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge einwirkenden Faktoren kurz behandelt.

Aus den Untersuchungen über die Einwirkung der Ausschüttelungsdauer auf den P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge bei bestimmter pH ergab sich, dass der P_2O_5-Gehalt zuerst zunimmt aber nach längerer Zeit auch abnehmen kann. Der maximale P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge wird für verschiedene Böden und bei verschiedenen pH-Zahlen nach dem Verlaufe verschieden langer Zeiten erreicht. Nach der 3-stündigen Ausschüttelung verändert sich der P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges verhältnismässig langsam.

Mit der Zunahme des Mischungsverhältnisses Boden : Lösungsmittel steigt der P_2O_5-Gehalt des Bodenauszuges — wenn die End-pH-Zahl konstant gehalten wird — bis zu Erreichung eines bestimmten Maximalwertes, nach der dieser P_2O_5-Gehalt unverändert bleibt oder langsam abnimmt. Eine solche Abnahme ist häufiger bei grösserer pH-Zahl (3.0) als bei kleinerer (pH = 2.0).

Aus den Ergebnissen der in mehreren Mischungsverhältnissen Boden : Lösungsmittel ausgeführten P_2O_5-Gehaltsbestimmungen der Auszüge kann die Menge der »lösbaren» Phosphorsäure im Boden berechnet werden, d. h. die Menge, die in Lösung gehen würde, wenn die Absorption und andere Faktoren das Auslösen nicht verhinderten. Mit Hilfe der in dieser Arbeit gegebenen Methode kann die Menge der »lösbaren» Phosphorsäure aus den Versuchsergebnissen leicht und schnell berechnet werden. Die bei pH 3.0 bestimmte »lösbare» Phosphorsäuremenge ist nur sehr wenig kleiner als die bei pH 2.0 bestimmte Menge. Der P_2O_5-Gehalt der Bodenauszüge ist dagegen bei der Reaktion pH = 3 im allgemeinen viel kleiner gewesen als bei der Reaktion pH = 2. Der Unterschied zwischen den bei pH = 2.0 und pH = 3.0 bestimmten P_2O_5-Gehalte der Bodenauszüge steigt um so grösser je grösser das Mischungsverhältnis Boden : Lösungsmittel wird. Die Zunahme des P_2O_5-Gehaltes der Bodenauszüge mit dem Zuwachs

der Wasserstoffionenkonzentration dieser Auszüge wird viel mehr durch die Abnahme der phosphationenfesthaltenden Fähigkeit des Bodens als durch die Zunahme der Löslichkeit der Bodenphosphate verursacht. Aus den Zahlen dieser Arbeit ist ersichtlich, wie die P_2O_5-Vergleichszahlen sich zu der Menge der »lösbaren» Phosphorsäure im Boden verhalten. Die Verhältnisse des bei pH = 3.0, 2.5 und 2.0 bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen zu einander sind auch für verschiedene Bodenarten gegeben worden.

Aus den Versuchsergebnissen sind für verschiedene Bodenarten die den P_2O_5-Vergleichszahlen entsprechenden mit Phosphatdüngung erzielten durchschnittlichen Mehrerträge berechnet worden. Ausserdem haben wir noch berechnet, in wie viel Prozenten von den untersuchten Fällen in jeder P_2O_5-Vergleichszahlgruppe der im ersten Versuchsjahr erzielte Heumehrertrag grösser als 300 kg ist. Wir haben aus den Versuchsergebnissen die Grenzwerte berechnet, innerhalb deren die P_2O_5-Vergleichszahlen zur Bestimmung des Düngebedarfs angewendet werden können. Diese Grenzwerte sind für Lehm-, humose Lehm- und Tonböden etwas kleiner als für andere Bodenarten. Die bei verschiedenen Wasserstoffionenkonzentrationen (zwischen pH 2 und 3) bestimmten P_2O_5-Vergleichszahlen eignen sich alle annähernd gleich gut zur Bestimmung des Phosphatdüngebedarfs. Die Ermittlung des Phosphatdüngebedarfs kann mithin mit Hilfe von einer einzigen Ausschüttelung ausgeführt werden.

Aus unseren Versuchsresultaten ergibt sich, dass die P_2O_5-Vergleichszahlen in Finnland mit annähernd ebensogutem Erfolg als in Dänemark zur Bestimmung des Düngebedarfs angewendet werden können, und deswegen kann ihre Anwendung zu diesem Zweck in unseren Verhältnissen schon empfohlen werden.

Tabelle 7.

Kopfdüngungsversuche mit Kleegras. Sand-, humose Sand- und Schluffböden.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12				
Probe N:o	Kirchspiel	Alter des Grasbestandes	Klee %	Ära %	(Grunddüngung [1])	Heuertrag der mit Grunddüngung gedüngten Versuchsparzellen dz/ha	P-Düngung: Art des Düngemittels [2]	P-Düngung: Menge dz/ha	Mit 40 kg P_2O_5 erzielter Mehrertrag dz Heu	Bodenart [3]	pH	P_2O_5-Vergleichszahlen				
												P_{0-0}	P_{0-20}	P_{0-40}	P_{0-75}	P_{0-90}
D 953	Suomussalmi ...	IV	1	60	O	47.8	sf	2.0	8.3	Hm	6.28	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
					N	68.2										
D 90	Multia	III	–	—	O	23.0	»	»	16.5	Hs	5.37	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05
					N	25.5										
D 956	Suomussalmi ...	I	75	—	O	48.0	»	»	3.8	Hm	6.14	0.1	0.08	0.06	0.05	0.04
					N	60.0										
D 538	Närpiö	III	15	10	O	29.5	»	»	4.8	»	5.35	0.2	0.1	0.1	0.05	0.05
					N	41.5										
A 1175	Rautu	III	—	—	O	23.0	»	2.5	4.8	»	5.65	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
					K	31.0										
D 24	Karjalohja	II	65	—	O	36.5	»	2.0	8.8	»	5.73	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
					N	40.0										
C 189	Impilahti	IV	25	—	O	33.5	»	»	5.3	»	5.63	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
					N	37.5										
G 368	Multia	II	25	25	O	70.5	»	2.5	4.4	»	5.39	0.24	0.16	0.12	0.09	0.08
A 726	Vilppula	II	+	—	K	39.5	»	»	13.2	»	5.71	0.25	0.22	0.18	0.15	0.12
A 1683	Halsua	III	20		O	13.5	»	»	1.6	Hs	5.79	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
					K	17.5										
D 23	Karjalohja	III	40	—	N	40.0	»	2.0	12.5	Hm	5.62	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1
D 307	Kanneljärvi	III	50	1	N	62.5	»	»	8.5	»	5.51	0.7	0.5	0.3	0.1	0.05
G 997	Salmi	II	30	—	O	22.0	»	»	2.5	»	5.31	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2
G 320	Juupajoki	I	50	—	O	47.5	»	»	11.5	H	5.65	0.5	0.4	0.3	0.23	0.16
D 939	Vehkalahti	II	80	—	O	67.0	»	»	5.3	»	5.40	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1
					N	69.5										
G 1074	Enonkoski	II	25	—	O	27.5	»	»	2.5	Hm	4.76	0.9	0.6	0.4	0.3	0.2
G 695	Korsnäs	III	20	5	O	43.0	»	»	7.0	»	5.06	1.2	0.8	0.5	0.25	0.1
G 615	Kerimäki	III	30	—	O	54.5	»	»	7.0	»	4.69	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2
G 1026	Pieksämäki	IV	25	25	O	41.5	»	»	3.5	»	5.52	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2
G 1256	Rautio	III	35	20	O	25.0	»	»	5.5	»	4.89	1.7	1.0	0.5	0.25	0.1
B 334	Sääminki	IV	30	—	KN	53.0	»	»	13.5	»	5.72	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
A 891	Joutsa	IV	—	—	O	35.0	»	2.5	7.6	»	5.81	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
					K	39.0										
D 42	Uukuniemi	III	35	—	O	40.0	»	2.0	7.5	Hm	5.37	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3
					N	52.5										
B 434	Kuivaniemi	III	—	50	KN	29.5	»	»	13.5	»	5.56	2.1	1.2	0.6	0.3	0.1
G 371	Ähtäri	I	10	—	O	45.5	»	»	5.0	»	4.93	1.6	1.0	0.6	0.4	0.2
C 630	Asikkala	I	90	—	N	35.5	»	»	10.5	»	5.40	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3
C 600	Lammi	II	25	—	O	25.5	»	2.5	6.2	»	5.92	1.1	0.9	0.7	0.5	0.3
					K	32.5										
A 876	Huittinen	II	+	—	O	38.0	»	»	5.6	H	5.48	1.5	1.1	0.8	0.6	0.5
					K	42.5										
G 1201	Saloinen	V	0	70	O	17.5	»	2.0	10.0	Hm	4.78	1.3	1.1	0.8	0.6	0.4
D 351	Ikaalinen	III	10	—	O	33.0	»	»	1.6	Hs	5.92	1.5	1.2	1.0	0.8	0.5
					N	43.3										

[1]) O = ungedüngt, K = mit 40 % Kalisalz gedüngt, N = mit Kalksalpeter gedüngt.
[2]) sf = Superphosphat, tf = Thomasmehl.
[3]) Hm = humoser Sandboden, H = Sandboden, Hs = Schluffboden.

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
D	89	Sulkava	III	20	—	O N	17.7 34.5	sf 2.0	11.0	H	5.54	2.0	1.5	1.0	0.6	0.3
B	369	Vehkalahti	II	30	25	KN	46.5	» »	12.0	»	5.68	2.1	1.5	1.0	0.6	0.3
G	893	Maalahti	III	—	—	O	52.5	» »	6.5	Hm	4.89	2.5	1.7	1.0	0.3	0.1
G	175	Somerniemi	V	10	10	O	33.0	» »	3.5	»	5.35	2.4	1.7	1.1	0.7	0.4
D	398	Taipalsaari	II	30	—	O N	50.5 55.5	» »	15.0	H	5.66	1.8	1.3	1.1	0.7	0.4
G	932	Sääminki	III	85	05	O	51.0	» »	4.5	Hm	5.11	1.9	1.6	1.2	0.7	0.3
G	194	Joroinen	III	55	10	O	31.0	tf 2.5	20.8	»	5.03	2.0	1.6	1.2	0.8	0.5
D	705	Värtsilä	III	25	—	O N	62.0 74.5	sf 2.0	1.9	»	5.80	4.2	2.4	1.3	0.8	0.4
A	848	Loppi	II	75	—	K	50.5	» 2.5	5.2	»	5.80	3.3	2.3	1.3	1.1	1.0
G	136	Humppila	III	75	5	O	37.0	» »	18.0	»	5.66	2.5	1.9	1.3	0.8	0.3
G	321	Suojärvi	II	10	5	O	32.5	» »	9.0	»	5.25	3.0	2.1	1.3	0.8	0.4
D	1066	Kaustinen	II	20	—	N	65.0	» »	11.0	»	5.21	2.3	1.9	1.4	0.9	0.3
A	755	Kihniö	III	—	—	N	17.5	» 2.5	10.4	»	5.71	3.1	2.0	1.4	1.1	0.9
C	231	Oravainen	III	—	—	O N	37.0 40.0	» 2.0	4.8	»	5.31	3.5	2.2	1.5	1.0	0.4
C	248	Pedersöre	II	10	+	K	42.5	» 2.5	4.4	»	4.79	3.4	2.5	1.6	1.0	0.3
A	878	Punkaharju	II	30	—	O	30.5	» »	10.4	H	5.37	2.4	2.1	1.6	1.2	0.7
G	121	Hyvinkää	III	20	—	O	33.5	» 2.0	4.5	Hm	5.68	2.6	2.1	1.6	1.1	0.7
D	912	Metsäpirtti	III	80	—	N	48.5	» »	18.2	Hs	5.86	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5
A	1493	Pukkila	III	—	—	O K	24.0 28.5	» 2.5	6.8	Hm	5.54	3.4	2.5	1.7	0.9	0.2
B	399	Kymi	III	20	—	KN	31.5	» 2.0	6.5	»	5.55	3.1	2.3	1.7	1.3	0.8
C	303	Virtasalmi	III	25	—	O N	62.0 67.0	» »	1.3	»	5.71	2.7	2.2	1.7	1.2	0.7
G	261	Tammela	III	30	5	O	35.5	» 2.0	4.0	Hm	5.02	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
D	385	Korsnäs	II	25	+	N	33.0	» »	13.5	»	4.89	4.3	2.9	1.8	1.0	0.3
C	273	Sotkamo	IV	—	—	N	27.0	» »	7.5	»	5.01	3.1	2.5	1.9	1.3	0.7
G	602	Tyrnävä	II	—	25	O	10.0	» »	7.5	H	4.28	2.5	2.2	1.9	1.7	1.5
G	465	Valkeala	III	30	—	O	23.0	» »	12.5	Hm	5.47	3.12	2.6	1.98	1.35	0.64
D	750	Konginkangas	III	20	—	O N	30.5 37.0	» »	9.5	H	5.90	3.4	2.6	2.0	1.3	0.7
A	1499	Kärköla	II	—	—	O	55.0	» 2.5	16.0	Hs	5.89	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8
D	712	Rauman mlk.	II	50	—	O N	77.5 81.5	» 2.0	—0.5	Hm	—	3.4	2.7	2.1	1.5	0.9
D	540	Pirttikylä	III	15	—	O N	42.0 54.5	» »	1.5	»	5.45	6.2	3.8	2.1	1.0	0.1
G	285	Vampula	II	25	—	K	28.5	tf 3.0	2.2	»	4.79	5.2	3.5	2.2	1.1	0.3
G	1193	Kuhmoniemi	I	—	—	O	67.2	sf 2.0	1.8	»	5.06	3.2	2.8	2.3	1.8	1.3
D	421	Suonenjoki	III	—	—	O N	32.5 48.5	» »	11.3	»	5.11	3.8	3.0	2.3	1.6	1.0
D	404	Heinjoki	III	20	—	N	58.0	» »	3.0	»	5.29	4.8	3.5	2.3	1.1	0.6
C	296	Haukivuori	IV	50	—	K	29.0	» 2.5	12.8	»	5.37	3.3	2.8	2.3	1.8	1.3
A	930	Mikkeli	II	0	—	O K	33.0 41.0	» »	5.2	»	5.76	3.0	2.7	2.3	1.9	1.2
G	451	Juupajoki	III	—	—	O	66.0	» 2.0	10.0	»	4.89	3.5	2.9	2.3	1.6	0.8
B	291	Tarvasjoki	II	25	+	KN	51.5	» »	8.0	»	5.49	3.1	2.8	2.4	1.9	1.4
A	929	Mäntyharju	IV	—	—	K	55.0	» 2.5	1.6	Hs	5.80	4.1	3.3	2.4	1.7	1.1
D	936	Sippula	II	90	—	O N	78.0 84.0	» 2.0	11.8	»	5.71	3.0	2.8	2.5	2.0	1.3
D	689	Vihti	II	50	—	K	90.0	» 2.5	2.4	Hm	5.72	3.7	3.1	2.5	2.0	1.6
D	333	Kauhajoki	II	20	—	O N	40.0 44.0	» 2.0	7.3	»	5.16	4.3	3.6	2.5	1.3	0.4
D	884	Ruovesi	III	30	—	O N	42.7 51.7	» »	13.1	Hs	5.91	3.1	2.9	2.6	1.9	1.3
A	909	Jämsä	III	40	—	KN	65.0	» 2.5	12.4	Hm	5.99	3.7	3.1	2.6	2.2	1.8
C	88	Puumala	IV	0	—	O N	51.0 60.0	2.0	—0.5	»	5.90	4.8	3.7	2.7	1.9	1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
D 181	Loppi	II	50	—	O	52.5	sf 2.0	2.8	Hm	6.62	5.7	3.9	2.7	1.6	1.3
					N	61.5									
D 360	Haukivuori	III	35	—	N	43.5	» »	0.5	H	5.47	5.8	4.2	2.8	1.6	0.9
C 455	Suoniemi	II	70	—	N	59.0	» »	2.0	Hs	5.94	4.8	3.8	2.8	2.2	1.6
C 711	Vihti	I	80	—	O	64.0									
					N	67.5	» 3.0	1.7	Hm	5.63	4.4	3.7	2.9	2.0	1.1
C 349	Siuro	II	0	—	O	37.0									
					N	42.5	» 2.0	4.8	Hs	4.79	5.5	4.0	2.9	1.8	0.6
G 532	Kestilä	I	—	—	O	37.5									
					K	42.5	» »	6.0	Hm	4.91	6.3	4.5	3.0	1.7	0.6
C 211	Finström	III	50	-	O	44.5	sf 2.0	17.5	H	5.91	6.4	4.4	3.0	1.7	0.4
B 174	Ruovesi	III	35	35	KN	25.0	» »	9.0	»	4.54	4.6	4.0	3.0	2.0	1.1
D 990	Korpilahti	III	30	—	N	43.2	» »	12.9	»	5.41	4.6	3.8	3.2	2.6	2.0
G 892	Petolahti	III	50	—	O	63.5	» »	9.5	Hm	5.16	10.1	6.0	3.2	1.4	0.6
D 579	Hämeenkyrö	III	20	—	O	37.0									
					N	46.5	» »	10.8	Hs	5.51	4.1	3.7	3.3	2.7	2.1
D 1063	Halsua	I	50	—	O	100.0									
					N	105.0	» »	10.3	Hm	5.41	6.4	4.8	3.4	2.3	1.3
D 203	Himanka	IV	10	—	N	38.0	» »	12.5	H	5.77	7.2	5.5	3.4	2.0	1.4
G 422	Juupajoki	—	-	—	O	38.0	» »	16.4	Hs	5.69	4.4	4.1	3.4	2.6	1.9
G 379	Utajärvi	III	50	—	O	31.0	» »	6.0	H	5.70	8.0	5.4	3.5	2.3	1.2
C 249	Munsala	II	—	—	K	53.0	» 2.5	10.4	Hm	5.25	8.5	5.8	3.5	1.5	0.2
A 872	Hollola	I	—	—	O	77.0	» »	4.0	Hs	6.03	5.5	4.5	3.5	3.3	3.1
D 1202	Säräisniemi	III	0	—	N	41.6	» 2.0	11.9	Hm	5.68	5.2	4.5	3.5	2.6	1.8
A 1047	Haapavesi	II	—	—	KN	35.5	» 2.5	5.6	Hs	5.97	4.2	3.9	3.7	3.7	3.7
G 904	Vilppula	III	-	—	O	45.5	» 2.0	5.0	»	5.77	3.9	3.85	3.7	3.3	2.5
G 746	Jomala	II	60	—	O	72.5	» »	1.5	Hm	6.05	6.1	4.7	3.7	3.0	2.4
G 930	Sääminki	III	60	5	O	44.5	» »	4.5	H	5.36	6.3	5.0	3.8	2.7	1.6
D 670	Orimattila	II	30	—	N	66.0	» »	4.0	Hm	5.50	7.0	5.3	3.8	2.5	1.1
C 675	Honkajoki	I	50	—	N	66.0	» »	3.5	»	4.76	5.6	4.9	3.9	2.8	1.8
D 305	Kauhajoki	I	10	—	N	43.5	» »	7.5	»	4.48	8.4	6.2	4.0	1.9	1.0
G 541	Juva	IV	25	10	O	23.5	» »	3.0	»	5.09	9.5	6.0	4.0	2.5	1.5
G 1391	Porin mlk.	II	10	—	N	71.5	tf 3.0	2.2	»	5.75	8.3	6.0	4.0	2.4	1.0
A 751	Pohj. Pirkkala	I	—	—	K	89.0	sf 2.5	1.6	Hs	6.04	5.3	4.8	4.1	3.1	2.1
D 389	Karvia	II	35	—	N	60.0	» 2.0	7.0	Hm	5.21	7.3	5.8	4.2	2.7	1.2
G 530	Mikkeli	III	30	0	O	43.5	» »	7.0	»	5.15	8.2	6.0	4.2	2.9	1.6
A 990	Mouhijärvi	III	—	—	O	45.0	» 2.5	1.6	Hs	5.82	6.0	5.3	4.6	3.9	3.3
G 405	Jurva	II	45	0	O	52.0	» 2.0	4.2	Hm	5.29	7.8	6.3	4.9	3.4	1.7
G 282	Huittinen	II	25	0	O	23.5	» »	4.0	»	5.53	8.9	6.7	4.9	3.2	1.6
G 2358	Porin mlk.	II	25	0	N	41.5	tf 3.0	1.8	»	5.33	7.6	6.4	5.0	3.5	2.2
G 607	Teuva	II	25	5	O	18.0	» 2.5	3.1	»	5.45	9.0	7.2	5.0	3.0	1.4
A 938	Asikkala	II	—	—	K	85.0	sf 2.5	1.6	»	5.49	8.2	6.7	5.0	3.4	2.1
D 1092	»	II	25	—	O	14.8									
					N	25.6	» 2.0	6.5	H	5.48	8.0	6.8	5.0	2.8	0.8
D 711	Kiukainen	II	40	—	O	48.6									
					N	56.3	» »	9.0	Hs	5.95	6.5	5.8	5.1	4.4	3.5
D 715	Rautjärvi	III	25	—	O	80.0									
					N	87.0	» »	15.0	Hm	5.97	7.6	6.5	5.4	4.5	3.6
C 37	Kannus	II	75	—	N	64.0	» »	1.5	»	5.87	10.8	8.0	5.5	3.3	0.9
D 418	Jämijärvi	III	35	—	N	47.0	» »	8.0	Hs	5.85	6.4	6.1	5.6	5.0	4.4
D 566	Hollola	II	35	—	N	42.6	» »	8.2	»	5.69	10.4	8.0	5.6	3.3	1.8
D 475	Koski H. l.	III	50	-	O	34.5									
					N	44.5	» »	5.8	Hm	5.89	7.8	6.9	5.9	4.6	3.3
C 590	Rautio	II	10	—	O	39.0									
					N	47.0	» »	7.0	H	5.68	10.1	8.1	6.0	4.0	2.5
D 699	Lappajärvi	I	50	-	N	94.5	» »	5.0	Hm	5.85	8.0	7.3	6.1	4.5	2.4
D 338	Joutseno	IV	+	—	O	23.5									
					N	39.5	» »	9.0	Hs	6.04	7.1	6.8	6.2	5.4	4.2
D 1194	Lumparland	III	35	—	O	34.0									
					N	49.5	» »	9.0	H	6.12	9.0	7.2	6.3	5.8	5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
C 219	Geta	III	50	—	O	7.5	sf 2.0	7.5	H	6.16	10.0	7.9	6.5	5.0	3.5
C 148	Äyräpää	III	50	—	O N	41.5 51.5	» »	0.0	Hs	5.39	10.3	8.1	6.6	5.2	3.6
G 750	Jomala	III	40	—	O	63.5	» »	15.5	Hm	6.17	8.9	8.0	6.7	5.4	4.1
G 766	Kittilä	III	—	—	O	26.0	» »	12.0	»	5.08	9.6	8.5	6.7	4.5	2.2
D 364	Joroinen	III	—	13	O K	46.8 50.5	» 2.5	5.5	»	4.83	11.4	9.0	6.8	4.7	2.8
G 2523	Porin mlk.	III	10	10	O N	15.0 24.0	tf 3.0	0.0	»	4.96	10.2	8.2	6.9	4.7	3.2
D 1185	Saltvik	III	50	—	O N	61.0 90.0	sf 2.0	−0.7	H	5.72	11.0	9.0	7.1	5.2	3.2
D 407	Impilahti	III	25	—	O N	30.5 41.0	» »	5.2	Hm	6.85	10.9	9.0	7.2	5.6	3.9
C 598	Johannes	III	25	—	N	36.0	» »	7.5	Hs	7.71	10.2	8.8	7.3	6.0	4.9
D 688	Vihti	II	30	—	O K	70.0 73.5	» 2.5	1.8	Hm	5.07	8.0	7.6	7.3	6.9	5.1
D 934	Sippola	II	90	—	O N	71.5 75.5	» 2.0	9.2	Hs	5.74	8.3	7.8	7.3	6.9	6.5
D 1013	Paimio	III	20	—	N	68.4	» »	2.6	»	5.90	9.3	8.4	7.6	7.1	6.6
D 542	Närpiö	III	—	—	O N	41.0 54.5	» »	1.2	H	5.36	16.9	12.1	7.7	4.0	2.5
D 722	Kalajoki	III	45	15	N	69.5	» »	5.5	»	5.50	14.0	11.3	8.0	4.8	2.1
D 1179	Finström	III	40	—	O N	70.5 80.5	» »	19.2	Hs	5.53	12.1	9.9	8.4	7.3	6.4
D 400	Karvia	II	35	—	O N	35.0 45.0	» »	8.0	»	5.43	13.0	10.9	8.7	6.4	4.0
G 989	Pyhäntä	III	+	—	O K	44.0 45.0	» »	1.7	Hm	5.33	12.8	11.7	10.0	7.5	4.7
C 591	Kalajoki	I	10	—	O N	53.0 70.0	» »	0.0	»	5.69	14.2	12.3	10.1	8.0	5.7
D 358	Kruunupyy	II	75	—	O N	86.0 84.0	» »	1.0	H	5.69	20.8	15.6	10.5	6.6	3.0
D 200	Sumiainen	III	65	—	N	68.0	» »	6.6	Hs	5.61	12.8	11.8	10.5	8.3	5.4
G 1072	Punkaharju	IV	15	—	O	31.0	» »	7.5	Hm	5.16	20.0	15.0	10.5	7.1	4.5
D 1191	Jomala	III	30	—	O N	54.5 71.5	» »	7.0	Hs	6.46	12.6	11.6	10.6	9.6	8.6
D 1193	Jomala	III	35	—	N	75.0	» »	2.5	Hm	6.27	14.7	12.5	10.8	9.5	8.1
G 744	Sottungsby	III	50	—	O	41.5	» »	17.5	»	6.08	16.0	13.1	10.9	8.9	6.8
A 899	Heinola	IV	—	—	O	47.5	» 2.5	0.4	»	5.79	13.0	12.0	11.0	8.5	5.8
C 439	Kauhajoki	I	20	—	O N	47.0 57.5	» 2.0	−3.5	Hs	6.32	12.9	12.3	11.2	9.9	8.7
D 543	Lapväärtti	II	50	—	O N	73.5 83.5	» »	8.5	»	5.74	16.7	14.1	11.8	9.7	7.5
B 140	Kauhajoki	II	85	—	KN	78.0	» »	−0.5	»	6.07	15.4	13.7	12.0	10.3	8.6
D 204	Ilmajoki	II	50	—	O N	79.0 81.0	» »	4.0	»	5.95	13.9	13.3	12.2	10.0	7.5
G 905	Vilppula	I	35	—	O	66.0	» »	−3.5	»	5.73	15.8	14.7	13.2	11.2	9.0
D 1016	Maaria	II	10	—	O N	73.0 80.7	» »	1.0	»	6.85	17.6	16.0	14.3	12.0	9.0
C 311	Keuru	II	20	—	N	67.5	» »	0.0	H	5.68	17.6	16.3	14.5	12.5	10.5
D 13	Joroinen	III	20	—	O N	68.6 76.5	» »	0.8	Hm	6.01	20.5	18.6	15.2	10.8	7.0
C 554	Suomenniemi ...	II	100	—	O N	75.5 80.5	» »	3.0	»	6.05	23.6	19.6	15.9	13.2	10.4
D 1026	Kakskerta	II	75	—	O N	81.4 88.8	» »	6.1	Hs	6.25	17.0	16.5	16.0	14.4	12.8
D 563	Hollola	II	50	—	O N	72.2 77.8	» »	1.0	»	6.37	23.3	20.3	17.3	14.3	11.4
D 1192	Jomala	III	60	—	O N	63.0 74.5	» »	6.7	Hm	6.45	25.7	23.0	20.4	17.7	15.4

Tabelle 13.

Kopfdüngungsversuche mit Kleegras. Lehm-, humose Lehm- und Tonböden.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Probe N:o	Kirchspiel	Alter des Grasbestandes	Klee %	Ätra %	Grundüngung [1]	Heuertrag der mit Grunddüngung gedüngten Vergleichsparzellen dz/ha	P-Düngung: Art des Düngemittels [2]	P-Düngung: Menge dz/ha	Mit 40 kg P_2O_5 erzielter Mehrertrag dz Heu	Bodenart [3]	pH	P_2O_5-Vergleichszahlen			
												$P_{2.00}$	$P_{2.25}$	$P_{2.50}$	$P_{2.75}$	$P_{3.00}$
D 669	Mäntsälä	I	70	—	O	48.0	sf	2.0	3.0	Sm	6.00	0.1	0.07	0.06	0.06	0.05
					N	57.0										
D 449	Somero	II	60	—	O	43.5	»	»	2.3	»	5.60	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
					N	49.0										
D 382	Vaasa	II	—	—	N	61.0	»	»	5.5	»	4.70	0.4	0.25	0.11	0.10	0.09
G 647	Porvoon pit.	III	45	—	O	46.5	»	»	1.5	»	5.08	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12
D 453	Somero	IV	20	—	N	25.0	»	»	6.4	»	5.91	0.30	0.25	0.2	0.2	0.2
D 345	Laihia	I	0	—	O	38.2	»	2.5	6.0	»	5.02	0.45	0.34	0.25	0.16	0.09
					K	42.6										
G 464	Kuusankoski	II	25	—	O	20.0	»	2.0	1.3	»	5.15	0.44	0.36	0.27	0.18	0.08
					N	26.0										
D 94	Ypäjä	III	25	—	O	39.5	»	»	12.0	»	5.21	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2
					N	46.5										
D 639	Elimäki	III	50	—	N	42.0	»	»	11.5	»	5.66	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4
C 457	Nurmijärvi	II	60	—	O	39.5	»	2.5	4.6	»	5.37	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4
					K	39.0										
G 1127	Orivesi	III	20	12	O	36.0	»	2.0	11.0	»	4.94	0.87	0.66	0.51	0.41	0.32
G 1039	Ruskeala	I	70	10	O	30.5	»	»	3.0	»	5.30	0.90	0.71	0.56	0.44	0.34
D 1039	Marttila	I	—	—	O	59.1	»	»	3.6	»	5.65	1.2	0.9	0.6	0.3	0.2
					N	58.2										
D 580	Mouhijärvi	III	25	—	O	37.5	»	»	6.0	»	5.54	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3
					N	44.0										
G 842	Tarvasjoki	II	10	10	O	41.0	»	»	0.0	»	4.89	1.4	1.0	0.7	0.5	0.4
D 33	Nurmijärvi	III	30	—	O	42.5	»	»	5.3	»	5.26	1.1	0.9	0.7	0.5	0.3
					N	49.0										
C 458	Jokioinen	III	50	—	N	35.0	»	»	6.5	»	5.36	1.0	0.8	0.7	0.5	0.3
G 663	Porvoon pit.	III	60	—	O	58.0	»	»	5.0	»	5.27	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
C 60	Anjala	II	50	—	N	38.0	»	»	7.0	»	5.54	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6
A 1088	Somero	III	—	—	O	12.5	»	2.5	5.2	»	5.46	1.0	0.9	0.8	0.7	0.4
C 626	Mustasaari	II	20	—	O	76.5	»	2.0	1.5	»	5.16	1.4	1.1	0.8	0.6	0.4
					N	82.5										
C 70	Karjalohja	II	—	—	O	42.5	»	2.0	3.3	Sm	5.25	2.0	1.4	0.9	0.5	0.3
					N	43.5										
D 671	Vihti	I	65	—	N	77.0	»	»	3.5	»	5.28	1.7	1.2	0.9	0.6	0.3
D 719	Pöytyä	II	50	—	O	65.0	»	»	1.5	»	5.36	1.3	1.1	0.9	0.6	0.3
					N	71.5										
G 841	Masku	II	30	5	O	40.0	»	2.5	1.8	»	4.88	1.7	1.3	1.0	0.7	0.4
					K	44.5										
D 73	Ristiina	II	30	—	O	35.0	»	»	7.8	»	5.14	1.2	1.1	1.0	0.9	0.7
					K	48.5										
D 392	Karvia	III	0	—	N	29.0	»	2.0	5.5	»	5.24	1.7	1.4	1.0	0.6	0.2
D 97	Marttila	II	50	—	N	59.5	»	»	2.0	»	5.52	2.6	1.9	1.1	0.7	0.4

[1]) O = ungedüngt, K = mit 40 % Kalisalz gedüngt, N = mit Kalksalpeter gedüngt.
[2]) sf = Superphosphat, tf = Thomasmehl.
[3]) S = Lehm- oder Tonboden, Sm = Humoser Lehm- oder Tonboden.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
D 581	Hämeenkyrö	II	25	—	O	47.0	sf 2.0	1.3	Sm	5.37	1.6	1.3	1.1	0.8	0.6
					N	53.5									
D 664	Nummi	II	—	—	O	42.0	» »	5.8	»	5.67	2.0	1.5	1.1	0.9	0.8
					N	55.0									
D 938	Vehkalahti	II	65	-	O	54.5	» »	12.0	»	5.53	1.3	1.2	1.1	0.9	0.8
					N	62.0									
D 1233	Pulkkila	—	—	—	O	28.1	» 2.5	13.2	»	—	2.6	1.7	1.1	0.7	0.4
					K	32.4									
D 290	Kaukola	III	25	—	O	37.5	» 2.0	13.2	S	5.96	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7
D 99	Isojoki	III	5	—	N	49.0	» »	3.5	Sm	5.30	2.3	1.7	1.1	0.7	0.3
					N	37.5									
C 818	Kuhmoinen	II	35	—	O	61.5	» »	2.5	»	5.20	2.0	1.5	1.1	0.8	0.5
					N	70.0									
C 667	Rauman mlk.	III	—	10	O	64.0	» »	8.8	»	5.01	2.6	1.9	1.2	0.7	0.5
					N	74.5									
A 897	Keikyä	II	—	—	O	48.0	» 2.5	5.2	»	5.60	1.8	1.5	1.2	1.0	0.8
C 243	Maalahti	III	—	+	N	52.5	» 2.0	2.0	»	4.57	3.6	2.2	1.2	0.6	0.1
D 577	Luhanka	IV	12	—	N	28.2	» »	4.2	»	5.80	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8
C 443	Lieto	II	50	—	N	42.0	» »	5.0	»	5.54	1.8	1.5	1.3	1.0	0.9
D 683	Pukkila	II	30	—	O	56.0	» »	4.3	»	5.40	1.5	1.4	1.3	1.0	0.7
					N	61.0									
G 837	Mellilä	II	—	—	O	22.5	» »	2.0	»	5.45	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4
D 935	Vehkalahti	II	80	—	O	97.0	» »	5.1	»	5.61	2.6	2.0	1.6	1.2	0.9
					N	92.8									
D 694	Hyvinkää	III	50	—	O	46.0	» »	9.3	»	5.44	2.3	2.0	1.6	1.2	0.7
					N	47.5									
D 1025	Maaria	II	75	—	O	80.8	» 2.5	—0.6	»	6.05	2.2	1.9	1.6	1.2	0.9
					K	82.0									
D 65	Keuru	II	50	—	N	72.4	» 2.0	10.0	»	5.47	2.4	2.1	1.7	1.2	0.6
D 92	Orivesi	III	17	—	N	61.0	» »	6.3	»	6.07	2.4	2.0	1.7	1.4	1.2
D 1196	Eckerö	III	65	—	O	57.5	» »	8.0	»	5.27	3.9	2.6	1.8	1.1	0.5
					N	71.0									
G 325	Lempäälä	III	25	15	O	23.5	» »	3.0	»	5.05	2.25	2.03	1.85	1.7	1.6
G 1101	Äänekoski	II	40	10	O	38.5	» »	6.0	S	5.15	2.6	2.3	2.0	1.6	1.2
C 172	Seinäjoki	I	75	—	O	33.5	» »	2.8	Sm	4.89	4.4	3.2	2.1	1.3	0.6
					N	39.0									
D 192	Jurva	II	30	—	O	63.0	» »	2.8	»	5.65	4.3	3.2	2.1	1.4	0.7
					N	79.0									
D 1041	Isokyrö	II	20	—	N	72.0	» »	—1.0	S	4.94	3.0	2.8	2.1	1.2	0.3
D 684	Mäntsälä	II	30	—	O	53.0	» »	7.0	Sm	5.68	2.9	2.5	2.2	1.8	1.5
					N	60.5									
B 500	Valtimo	III	55	—	KN	49.0	» »	10.0	»	5.25	3.0	2.7	2.3	1.9	1.4
D 404	Heinjoki	III	20	—	N	58.0	» »	3.0	»	5.29	4.8	3.5	2.3	1.1	0.6
D 421	Suonenjoki	III	—	—	O	32.5	» »	11.3	»	5.11	3.8	3.0	2.3	1.6	1.0
					N	48.5									
D 485	Muolaa	III	35	50	N	26.5	» »	13.0	»	5.60	4.1	3.2	2.4	1.7	1.0
D 718	Pöytyä	II	50	—	O	65.5	» »	5.3	»	5.68	3.4	2.9	2.4	1.8	1.1
					N	75.0									
D 279	Keuru	III	12	—	N	59.5	» »	8.5	»	5.40	3.6	3.3	2.4	1.3	0.3
G 653	Porvoon pit. ...	II	50	—	O	29.0	» »	4.5	»	5.29	2.9	2.7	2.4	2.1	1.7
D 932	Sippula	II	65	—	N	42.0	» »	9.5	»	5.60	4.4	3.4	2.5	1.6	0.8
C 445	Kalvola	II	35	—	O	74.0	» »	1.0	»	6.10	2.7	2.6	2.5	2.4	2.1
					N	81.0									
D 931	Sippula	III	50	—	O	67.5	» »	6.0	»	6.09	4.1	3.3	2.6	2.0	1.3
					N	78.0									
B 397	Kymi	III	50	—	KN	69.5	» »	0.5	»	5.94	4.4	3.4	2.6	2.0	1.6
D 87	Raisio	II	80	—	O	64.5	» »	0.7	»	5.57	3.3	3.0	2.6	2.0	1.2
					N	77.0									
C 317	Virrat	II	0	—	K	31.0	» 2.5	13.6	»	4.80	3.9	3.3	2.7	1.9	1.1
D 123	Kuortane	II	35	—	O	44.5	» 2.0	6.3	»	5.59	5.4	4.1	2.8	1.5	0.3
					N	55.5									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
D 680	Pukkila	II	30	—	O	77.0	sf 2.0	5.8	Sm	5.61	3.5	3.1	2.8	2.3	1.8
					N	93.0									
G 423	Juupajoki	III	35	—	O	51.0	» »	18.5	»	5.56	3.4	3.1	2.8	2.5	2.1
G 2699	Kangasala	II	10	—	O	21.5	» »	3.5	»	5.46	3.4	3.2	2.9	2.6	2.2
					O	47.0									
C 538	Vuoksenranta ...	IV	10	+	N	54.0	» »	—0.5	»	5.97	4.3	3.7	3.0	2.3	1.5
G 2029	Nurmes	III	30	20	O	50.5	» »	10.8	»	5.07	4.0	3.5	3.0	2.6	2.1
A 752	Lempäälä	III	—	—	O	44.0	» 2.5	5.6	»	5.88	3.8	3.5	3.2	3.1	3.0
					O	90.5									
D 882	Kuhmalahti	II	75	—	N	100.5	» 2.0	4.2	»	6.08	3.6	3.4	3.2	2.9	2.5
D 1091	Asikkala	III	40	—	N	58.2	» »	1.0	»	5.58	4.5	3.9	3.2	2.3	1.4
G 828	Maaria	II	30	—	O	38.5	» »	2.5	»	5.36	4.3	3.7	3.2	2.9	2.7
G 1035	Rautalampi	III	20	40	O	46.0	» »	4.5	»	4.77	6.2	4.7	3.3	2.2	1.2
					O	38.0									
D 885	Sahalahti	III	50	—	N	43.5	» »	8.0	»	6.01	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1
					O	47.5									
D 658	Iitti	II	20	—	N	56.5	» »	6.2	»	5.62	5.3	4.4	3.4	2.6	1.8
G 243	Vampula	II	50	0	O	56.0	tf 2.5	3.7	»	5.51	5.0	4.2	3.4	2.7	2.0
G 159	Somerniemi	III	20	10	O	27.5	sf 2.0	1.0	»	5.36	5.8	4.7	3.5	2.0	0.4
					O	58.5									
C 256	Sysmä	II	50	—	N	66.0	» »	1.8	»	5.36	4.4	4.1	3.5	2.8	1.9
G 904	Vilppula	III	—	—	O	45.5	» »	5.0	»	5.77	3.9	3.8	3.7	3.3	2.5
					O	49.6									
G 2697	Kangasala	II	50	—	K	53.8	» 2.5	8.6	»	4.97	4.9	4.3	3.7	3.1	2.5
G 375	Virrat	II	80	0	O	50.0	» 2.0	8.5	»	4.96	5.1	4.4	3.7	3.1	2.4
G 859	Kestilä	VII	—	90	K	18.0	» »	2.0	»	4.73	6.7	5.6	4.0	2.5	1.2
G 269	Nuijamaa	I	5	—	KN	35.0	tf »	0.5	»	5.25	6.5	5.2	4.0	2.9	1.9
					O	40.0									
D 1183	Saltvik	III	25	—	N	57.0	sf »	16.2	»	5.32	7.8	5.9	4.0	2.7	1.4
D 1027	Maaria	II	50	—	N	67.6	» »	7.9	»	6.24	5.3	4.7	4.1	3.9	3.7
G 965	Sipoo	IV	10	3	O	44.0	» »	5.2	»	5.23	5.8	5.0	4.2	3.5	2.8
G 340	Viiala	IV	20	—	O	52.0	» »	3.0	»	5.87	5.1	4.8	4.4	4.0	3.5
C 54	Askola	II	25	—	N	73.5	» »	5.0	»	5.91	5.8	5.1	4.6	4.1	3.7
A 943	Vanaja	II	—	—	O	89.0	» 2.5	0.4	»	5.58	7.2	6.0	4.7	3.2	1.6
C 156	Kiuruvesi	II	35	—	O	72.0	» 2.0	—0.5	»	5.44	6.0	5.5	4.8	4.0	3.0
G 282	Huittinen	II	25	—	O	23.5	» »	4.0	»	5.53	8.9	6.7	4.9	3.2	1.6
					O	63.0									
C 875	Valkeala	II	65	—	N	67.0	» »	1.5	»	5.50	7.0	5.9	5.0	4.2	3.4
A 921	Asikkala	II	45	—	KN	65.0	» 2.5	0.4	»	5.69	7.5	6.2	5.0	3.9	2.8
					O	69.0									
D 40	Virrat	II	10	—	K	77.5	» »	—0.8	»	5.13	6.9	6.0	5.1	3.8	2.2
C 640	Kangasala	II	50	—	N	59.0	» 2.0	2.5	»	5.56	7.0	6.3	5.8	5.5	5.2
					O	36.5									
D 491a	Kurikka	I	35	—	N	47.0	» »	7.8	»	5.60	9.0	7.5	5.8	3.8	1.9
					O	22.5									
C 537	Hollola	IV	10	—	N	26.0	» »	6.3	»	5.73	7.8	6.9	6.0	4.7	3.0
G 891	Mustasaari	III	30	—	O	73.5	tf 2.5	3.2	»	4.36	10.6	8.7	6.0	2.0	0.3
G 1125	Hollola	I	40	—	O	30.0	sf 2.0	—2.0	»	5.70	9.8	8.0	6.2	4.5	2.8
					O	46.8									
D 364	Joroinen	III	—	13	K	50.5	» 2.5	5.5	»	4.83	11.4	9.0	6.8	4.7	2.8
					O	58.0									
C 82	Hyvinkää	II	35	—	N	60.5	» 2.0	—0.8	»	5.90	9.8	8.5	7.1	5.6	4.0
C 448	Hattula	I	40	—	N	50.5	» »	2.0	»	5.42	11.1	9.2	7.2	4.9	2.6
A 1072	Huittinen	II	30	—	O	108.5	» 2.5	0.0	»	5.80	11.2	9.3	7.5	5.8	4.2
B 419	Eräjärvi	I	100	—	KN	76.0	» 2.0	3.5	»	6.03	9.7	9.0	8.1	7.3	6.4
G 2743	Maaria	II	10	—	O	54.0	» »	—1.5	»	6.09	9.6	9.2	8.7	8.0	7.2
C 220	Geta	III	50	—	O	33.5	» »	7.5	»	6.36	13.7	13.2	12.7	12.0	10.5
					O	78.7									
D 25	Joroinen	III	12	—	N	85.7	» »	—3.5	»	6.11	16.5	15.6	14.8	13.2	10.0
G 195	»	III	55	15	O	36.5	tf 2.5	4.3	»	5.00	30.8	27.6	24.4	21.1	17.9
G 658	Porvoon pit.....	II	50	—	O	34.0	sf 2.0	4.5	»	4.96	95	67	45	28	17

Tabelle 19.

Kopfdüngungsversuche mit Kleegras. Torf- und humusreiche Böden.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12				
							P-Düngung					P_2O_5-Vergleichszahlen				
Probe N:o	Kirchspiel	Alter des Grasbestandes	Klee %	*Aira* %	Grunddüngung [1])	Heuertrag der mit Grunddüngung gedüngten Versuchsparzellen dz/ha	Art des Düngemittels [2])	Menge dz/ha	Mit 50 kg P_2O_5 erzielter Mehrertrag dz Heu	Bodenart [3])	pH	$P_{0.00}$	$P_{0.25}$	$P_{0.50}$	$P_{0.75}$	$P_{1.00}$
C 664	Sodankylä	I	0	—	K	10.0	sf	2.5	6.0	M	4.40	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
C 544	Rautu	III	0	—	K	38.0	»	»	11.0	sM	4.68	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
B 436	Oulujoki	III	—	+	O	30.0	»	»	8.0	M	4.97	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
D 378	Mustasaari	II	—	—	O	27.5	»	»	4.0	sM	4.79	0.14	0.11	0.09	0.07	0.05
					K	33.0										
B 383	Kesälahti	III	35	+	O	17.5	»	»	8.5	M	4.28	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
C 500	Kajaanin mlk.	I	—	—	K	37.0	»	»	15.0	»	4.55	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
C 580	Multia	III	10	—	K	26.0	»	»	9.0	»	5.35	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
C 198	Iisalmi	II	40	—	K	67.5	»	»	7.5	sM	5.01	0.19	0.16	0.13	0.12	0.10
G 205	Merikarvia	IV	—	40	O	44.0	tf	3.0	3.9	»	4.53	0.58	0.37	0.18	0.07	0.05
					K	47.0										
C 633	Padasjoki	II	10	—	O	33.5	sf	2.5	2.8	»	4.97	0.4	0.3	0.2	0.1	0.04
					K	39.0										
D 151	Sonkajärvi	II	0	—	O	35.5	»	»	6.0	S	5.67	0.3	0.3	0.2	0.2	0.15
					K	45.5										
D 93	Ypäjä	III	20	—	K	41.0	»	»	6.0	Ml	5.43	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
D 118	Nurmo	II	30	—	K	31.0	»	»	5.5	M	4.51	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
D 78	Pietarsaari	II	—	+	K	50.0	»	»	9.0	Ml	5.01	0.45	0.3	0.2	0.1	0.1
D 1217	Pulkkila	VIII	0	50	O	28.5	»	»	7.8	hM	—	0.5	0.3	0.2	0.1	0.07
					K	40.0										
C 232	Maalahti	IV	—	++	O	33.5	»	»	0.5	sM	5.08	0.6	0.4	0.2	0.15	0.1
					K	42.5										
D 41	Ylitornio	IV	—	—	K	33.5	»	»	14.0	Ml	4.98	0.6	0.32	0.22	0.18	0.14
D 445	Kälviä	III	10	—	O	58.0	»	»	3.5	»	5.01	0.9	0.5	0.25	0.2	0.15
					K	75.0										
G 427	Rantasalmi	III	65	—	K	32.0	»	»	25.5	sM	5.17	0.8	0.5	0.3	0.23	0.2
B 335	Kangaslampi	IV	50	—	O	25.5	»	»	18.0	»	5.52	0.8	0.5	0.3	0.1	0.1
C 669	Merikarvia	II	20	—	O	38.0	»	»	6.0	»	4.81	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1
					K	45.5										
D 930	Vehkalahti	III	10	—	K	39.5	»	»	7.5	M	4.98	0.6	0.4	0.3	0.2	0.12
C 573	Kurkijoki	V	15	—	K	46.0	»	»	9.5	sM	4.51	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
D 569	Heinola	III	10	15	K	16.0	»	»	4.4	M	5.36	0.4	0.36	0.33	0.30	0.27
D 881	Sahalahti	III	10	—	K	53.0	»	»	16.0	sM	4.78	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25
A 1245	Jääski	V	—	—	K	28.0	»	»	7.5	»	5.88	1.1	0.7	0.35	0.15	0.05
C 625	Korsholm	IV	20	+	K	30.0	»	»	14.0	M	5.49	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
A 1475	Kannusjärvi	II	—	—	K	34.5	»	»	17.0	S	5.28	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
D 534	Toivakka	III	30	—	K	70.0	»	»	12.5	sM	5.40	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
D 886	Kuhmalahti	III	0	—	K	11.0	»	»	11.1	hM	4.45	0.7	0.5	0.4	0.3	0.25
B 125	Laihia	II	—	+	O	55.0	»	»	11.5	sM	4.85	0.7	0.5	0.4	0.3	0.15
D 150	Vieremä	II	—	—	O	41.0	»	»	1.8	»	4.86	0.9	0.6	0.4	0.25	0.16
					K	44.5										
G 420	Vilppula	IV	—	—	K	47.0	»	»	14.0	»	4.65	1.0	0.7	0.4	0.25	0.15
A 1106	Pyhäjoki	IV	—	—	K	56.0	»	»	32.5	Ml	4.60	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3
D 164	Alavus	II	25	—	K	32.5	»	»	7.5	hM	5.17	0.7	0.6	0.5	0.3	0.1

[1]) O = ungedüngt, K = mit 40 % Kalisalz gedüngt, N = mit Kalksalpeter gedüngt.
[2]) sf = Superphosphat, tf = Thomasmehl.
[3]) Ml = humusreicher Boden, M = Niederungsmoorboden, sM = mit Lehm beigemischter Torfboden, hM = mit Sand beigemischter Torfboden, S = Übergangsmoorboden (*Sphagnum*haltiger Torf).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
B 402	Kymi	II	—	35	O	24.5	sf 2.5	4.0	M	4.99	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
C 237	Maalahti	III	—	++	O K	16.5 20.0	» »	7.5	sM	4.86	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2
C 153	Äyräpää	III	0	—	O K	43.0 53.0	» »	5.3	»	5.03	1.1	0.8	0.5	0.2	0.1
C 819	Kuhmoinen	IV	0	—	O K	27.5 31.0	» »	12.5	»	5.07	1.1	0.8	0.5	0.3	0.1
G 414	Oulainen	III	—	—	O K	31.0 34.0	tf 3.0	6.1	»	4.77	1.0	0.76	0.53	0.31	0.09
G 193	Joroinen	III	20	10	O K	23.0 32.0	» »	5.3	hsM	5.16	1.1	0.8	0.55	0.3	0.13
D 176	Rautalampi	II	—	—	K	43.5	sf 2.5	11.5	Ml	5.21	0.8	0.7	0.6	0.4	0.2
C 769	Sotkamo	II	0	—	O K	52.5 60.0	» »	6.5	sM	4.88	1.2	0.85	0.6	0.4	0.2
D 168	Muurame	III	20	—	K	36.3	» »	30.3	hM	5.10	2.0	1.2	0.6	0.4	0.2
C 244	Maalahti	V	—	++	K	29.5	» »	8.5	Ml	4.86	5.1	2.5	0.6	0.4	0.24
D 933	Kymi	I	88	—	O K	64.0 81.0	» »	11.0	sM	5.29	1.6	1.0	0.65	0.4	0.25
C 623	Kuolemajärvi ...	III	—	—	K	51.0	» »	22.0	»	5.01	1.4	1.0	0.7	0.44	0.3
D 1146	Ähtäri	II	20	—	K	11.6	» »	3.0	Ml	4.64	3.1	1.8	0.7	0.3	0.05
C 240	Maalahti	III	10	++	K	46.0	» »	5.5	sM	4.74	2.2	1.4	0.7	0.1	0.1
D 153	Viitasaari	I	20	—	K	36.2	» »	14.4	»	5.01	1.1	0.9	0.7	0.4	0.2
G 412	Oulainen	II	—	—	K	41.5	» »	5.0	M	4.80	1.9	1.2	0.7	0.4	0.2
D 532	Padasjoki	III	0	—	O K	42.5 60.5	» »	11.8	»	4.71	1.4	1.0	0.7	0.5	0.3
A 953	Hongonjoki	I	—	—	O K	34.0 42.0	» »	9.3	Ml	4.90	1.4	1.0	0.7	0.4	0.3
C 774	Säräisniemi	IV	—	—	K	30.0	» »	3.5	M	5.20	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9
G 355	Viitasaari	II	15	10	K	66.0	» »	18.0	sM	4.58	2.5	1.3	0.7	0.4	0.2
G 400	Pyhäjärvi O.l. ..	III	—	40	O K	20.0 23.0	tf 3.0	6.5	hM	4.57	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6
D 362	Jäppilä	III	10	—	K	41.3	sf 2.5	13.0	»	5.10	2.6	1.7	0.8	0.5	0.2
D 387	Maalahti	III	—	—	O K	43.5 55.0	» »	4.3	Ml	4.93	1.9	1.3	0.8	0.5	0.3
C 479	Vahviala	II	—	—	O K	47.0 59.0	» »	6.8	sM	4.88	1.6	1.2	0.8	0.5	0.4
C 270	Sotkamo	IV	20	—	K	59.0	» »	6.5	»	5.13	1.5	1.2	0.8	0.6	0.5
C 505	Kuolemajärvi ...	III	10	—	K	48.5	» »	19.0	»	5.71	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7
C 358	Suojärvi	I	0	—	K	30.0	» »	7.0	M	4.38	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7
D 138	Ilmajoki	II	0	—	O K	62.0 71.0	» »	4.8	sM	5.30	1.3	1.1	0.85	0.6	0.4
C 777	Säräisniemi	II	0	50	O K	22.0 26.0	» »	2.5	»	4.91	1.2	1.0	0.85	0.75	0.7
G 252	Tammela	II	20	10	O K	31.0 31.5	tf 3.0	1.1	»	5.16	1.5	1.2	0.9	0.6	0.3
D 477	Padasjoki	IV	0	—	K	40.5	sf 2.5	19.5	»	5.03	2.4	1.7	1.0	0.6	0.3
D 344	Peräseinäjoki ...	II	30	—	O K	56.5 70.0	» »	2.5	Ml	5.57	1.7	1.4	1.0	0.7	0.4
D 530	Koivisto	III	—	25	K	51.0	» »	8.5	»	5.78	2.2	1.5	1.0	0.7	0.4
C 271	Sotkamo	II	0	—	K	36.0	» »	13.0	»	5.35	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7
G 192	Joroinen	III	35	15	O	37.0	tf 2.5	4.7	hsM	4.76	2.1	1.5	1.0	0.6	0.13
G 157	Niskala	IV	[1])—	—	O K	31.0 35.0	» 3.0	−2.5	sM	4.96	2.7	1.8	1.1	0.6	0.4
A 1095	Antrea	II	—	—	O	51.5	sf 2.5	9.0	Ml	5.48	1.7	1.4	1.1	0.7	0.4
C 341	Rautjärvi	IV	—	—	K	29.0	» »	19.0	sM	5.15	1.8	1.4	1.1	0.8	0.5
B 494	Kannus	III	—	35	O	10.0	» »	4.5	»	4.55	1.9	1.5	1.1	0.8	0.6
G 376	Keuru	III	—	30	K	22.0	» »	4.0	hM	4.71	2.4	1.7	1.1	0.8	0.6
C 264	Keitele	I	0	—	K	33.0	» »	3.5	»	4.94	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9
G 318	Varpaisjärvi	IV	—	40	K	32.5	» »	12.5	Ml	4.62	2.3	1.7	1.2	0.7	0.3
D 652	Iitti	II	30	—	K	44.0	» »	10.0	sM	5.25	3.0	2.1	1.2	0.5	0.2

[1]) *Equisetum* 1/3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
D 129	Perniö	I	60	—	K	51.0	sf 2.5	5.4	Ml	5.07	3.8	2.2	1.2	0.8	0.3
C 770	Kuhmoniemi ...	II	—	—	O	15.0	» »	4.8	hM	4.27	2.4	1.7	1.2	0.9	0.7
					K	20.0									
G 294	Sotkamo	IV	10	20	K	35.0	» »	5.5	M	4.75	1.33	1.29	1.26	1.23	1.19
D 1456	Lestijärvi	IV	+	—	K	39.4	» »	15.1	sM	5.26	3.2	2.1	1.3	0.7	0.3
D 444	Lohtaja	III	—	50	O	41.0	» »	8.5	sM	4.81	3.5	2.4	1.3	0.7	0.4
					K	52.0									
B 403	Kymi	II	—	—	O	20.5	» »	12.0	»	4.85	1.8	1.7	1.3	0.8	0.5
D 323	Hartola	II	13	—	K	51.2	» »	9.6	M	4.86	2.8	2.0	1.3	0.8	0.6
C 196	Lohtaja	IV	—	20	K	36.0	» »	10.0	»	4.89	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2
D 58	Sulkava	III	25	—	K	35.5	» »	6.7	sM	5.32	3.4	2.4	1.35	0.7	0.4
D 663	Mäntyharju	I	65	—	K	42.4	» »	21.8	M	5.17	3.2	2.2	1.4	0.8	0.4
D 918	Kajaanin mlk...	III	—	+	K	34.5	» »	10.8	sS	4.71	2.1	1.7	1.4	1.0	0.6
C 639	Loppi	II	0	—	K	50.0	» »	27.5	sM	5.14	4.1	2.7	1.4	1.0	0.6
G 364	Viitasaari	II	15	—	O	42.5	tf 3.0	3.9	»	4.84	2.7	2.0	1.5	1.1	0.9
					K	55.0									
G 601	Tyrnävä	III	—	50	O	17.0	sf 2.0	6.2	hM	4.48	4.5	3.0	1.5	0.9	0.5
B 376	Padasjoki	III	60	+	O	23.5	» 2.5	16.0	sM	4.97	2.1	1.8	1.5	1.2	0.9
C 772	Vuolijoki	II	0	—	K	58.5	» »	11.5	M	4.84	1.5	1.5	1.5	1.3	1.1
D 1148	Perho	I	30	—	K	32.5	» »	21.5	Ml	5.51	2.7	2.2	1.6	0.9	0.3
D 116	Mikkeli	IV	20	—	K	30.0	» »	16.0	sM	5.02	3.9	2.6	1.6	0.9	0.5
B 249	Teisko	III	—	—	O	11.5	» »	10.0	»	4.38	2.6	2.1	1.6	1.1	0.7
D 1221	Pyhäntä	V	0	—	O	34.0	» »	7.8	»	—	2.1	1.9	1.7	1.4	0.9
					K	58.5									
C 498	Hyrynsalmi	II	10	+	O	33.0	» »	8.5	»	4.80	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4
					K	38.0									
C 253	Suonenjoki	II	20	—	K	63.5	» »	6.5	»	5.26	3.9	2.8	1.8	0.9	0.6
C 246	Jepua	IV	—	15	K	47.0	» »	6.5	sS	4.89	3.2	2.5	1.8	1.2	0.8
C 680	Karvia	II	20	50	O	19.0	» »	4.8	»	4.55	6.4	3.6	2.0	0.5	0.1
					K	28.5									
D 533	Toivakka	II	15	—	K	53.0	» »	19.5	Ml	5.36	3.9	2.9	2.0	1.3	0.5
C 632	Padasjoki	I	10	—	K	28.0	» »	3.5	hM	4.97	3.5	2.8	2.0	1.3	0.7
D 1065	Kaustinen	I	35	—	K	31.0	» »	7.5	»	4.34	3.6	2.8	2.0	1.4	0.8
G 324	Lempäälä	III	—	—	K	43.5	» »	14.5	sM	4.73	2.5	2.3	2.15	1.95	1.8
C 856	Perho	I	50	—	K	43.5	» »	3.0	»	4.75	3.7	3.0	2.2	1.2	0.4
C 263	Pielavesi	II	20	—	O	40.0	» »	6.0	»	4.94	4.7	3.3	2.2	1.2	0.4
					K	47.5									
D 402	Loppi	III	20	—	K	28.0	» »	13.5	»	5.89	4.3	3.2	2.2	1.3	0.9
D 423	Suonenjoki	III	—	—	K	43.0	» »	11.5	»	4.82	4.3	3.3	2.3	1.5	1.0
D 1198	Eckerö	III	5	—	O	23.0	» »	13.6	M	5.82	2.4	2.4	2.4	2.4	2.2
					K	51.0									
C 781	Säräisniemi	II	0	50	K	28.0	» »	5.0	hM	4.83	4.0	3.2	2.5	2.1	1.8
D 388	Maalahti	III	+	—	K	62.0	» »	9.5	sM	5.51	6.2	4.4	2.6	1.4	0.6
B 417	Suodeniemi	II	20	—	O	45.0	» »	23.5	»	5.13	3.6	3.5	2.6	1.7	1.0
C 778	Säräisniemi	II	10	—	O	32.0	» »	3.0	hM	5.15	4.8	3.6	2.6	2.0	1.8
					K	44.0									
D 650	Jaala	II	50	—	K	26.0	» »	30.5	M	4.86	4.2	3.4	2.6	2.1	2.1
D 26	Joroinen	III	—	—	K	38.0	sf 2.5	21.0	hM	4.81	3.3	3.0	2.7	2.2	1.8
D 67	Toivakka	I	—	—	K	59.0	» »	9.0	sM	5.12	5.3	4.0	2.8	1.8	0.9
A 1676	Perho	—	—	—	K	41.5	» »	12.5	Ml	4.95	5.7	4.2	2.8	1.6	1.0
G 415	Alavieska	II	—	—	K	30.5	tf 3.0	3.3	sM	4.85	4.0	3.5	2.8	2.1	1.4
D 476	Padasjoki	III	0	35	O	9.3	sf 2.5	17.7	M	4.45	3.6	3.2	2.8	2.4	2.0
					K	14.4									
G 178	Mänttä	III	—	—	K	33.0	» »	7.0	Ml	4.62	6.2	4.5	2.9	1.5	0.7
C 161	Kauhajoki	II	50	—	K	57.0	» »	4.0	»	5.20	6.8	4.8	2.9	1.3	0.7
D 1061	Kaustinen	I	20	—	N	28.5	» 2.0	16.9	»	4.90	6.4	4.5	2.9	1.5	0.8
D 422	Jäppilä	II	50	—	O	47.5	» 2.5	3.3	»	5.28	5.0	4.0	2.9	1.9	0.9
					K	66.0									
C 470	Kolari	II	0	—	O	22.4	» »	7.8	hM	5.53	4.4	3.6	2.9	2.3	1.9
					K	29.4									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
C 360	Kerimäki	IV	20	—	K	30.5	sf 2.5	6.0	hM	4.82	3.1	3.0	2.9	2.8	2.7
G 116	Muuruvesi	II	—	—	K	62.0	tf 3.0	10.0	Ml	5.23	5.2	4.0	3.0	2.1	1.3
C 346	Rovaniemi	III	0	—	K	54.0	sf 2.5	11.5	hM	4.39	5.4	4.3	3.2	2.1	1.2
C 297	Pieksämäki	II	20	—	O	51.5									
					K	57.5	» »	3.7	»	4.93	6.4	4.8	3.2	2.4	1.7
C 342	Joutseno	IV	20	—	K	40.0	» »	27.5	sM	4.67	4.9	4.1	3.3	2.6	1.9
C 340	Heinjoki	IV	—	—	O	11.0									
					K	13.0	» »	2.3	M	4.33	4.2	3.8	3.4	3.0	2.9
C 159	Karijoki	II	5	—	O	60.0									
					K	64.5	» »	0.5	Ml	4.62	6.5	5.0	3.5	2.2	1.5
G 322	Suojärvi	II	2	1	O	28.0									
					K	31.5	» »	—1.0	sM	4.16	7.1	5.2	3.6	2.6	2.0
G 402	Pyhäjärvi O. l...	I	10	—	O	24.5									
					K	35.0	tf 3.0	2.5	»	4.88	7.9	5.8	3.6	2.4	2.0
C 771	Kuhmoniemi ...	V	0	—	O	26.0									
					K	35.5	sf 2.5	5.8	hM	4.93	5.9	4.6	3.6	2.9	2.5
G 2697	Kangasala	II	50	—	O	49.6									
					K	53.8	» »	10.8	Ml	4.97	4.9	4.3	3.7	3.1	2.5
D 468	Teuva	II	10	—	O	35.2									
					K	33.8	» »	2.2	»	4.68	10.5	6.8	3.7	2.0	0.8
C 780	Säräisniemi	IV	—	—	K	36.0	» »	2.0	»	5.48	7.3	5.5	4.0	2.9	1.9
G 256	Lappee	III	35	—	KN	36.5	» »	5.0	sM	5.13	8.2	6.0	4.1	2.4	1.0
D 154	Sulkava	III	20	—	K	21.3	» »	1.8	hM	4.68	5.0	4.5	4.1	3.8	3.6
D 119	Orivesi	II	0	—	K	31.0	» »	21.5	sM	4.71	6.0	5.1	4.2	3.3	2.3
D 920	Sotkamo	I	20	—	O	50.0									
					K	64.0	» »	1.0	Ml	4.64	7.7	6.0	4.4	2.8	1.3
C 672	Kankaanpää ...	III	—	++	O	17.0									
					K	24.5	» »	2.8	hS	4.36	11.6	8.0	4.5	2.7	0.9
D 155	Pielavesi	III	—	—	K	33.5	» »	12.5	sS	4.22	6.4	5.7	4.9	4.4	3.9
C 490	Lapua	II	0	—	K	29.0	» »	5.0	»	4.57	12.0	8.0	5.0	3.0	1.4
A 654	Kärsämäki	II	—	—	K	25.0	» »	11.5	Ml	5.95	8.0	7.0	5.0	3.4	2.1
D 40	Virrat	II	10	—	O	69.0									
					K	77.5	» »	—1.0	Ml	5.13	6.9	6.0	5.1	3.8	2.2
D 326	Kangaslampi ...	III	10	—	K	35.0	» »	14.8	sM	4.61	10.5	7.5	5.2	3.0	1.0
C 603	Hausjärvi	III	35	—	K	38.0	» »	18.0	Ml	5.17	8.5	6.9	5.2	3.6	2.3
G 160	Jämijärvi	III	25	25	K	23.0	» »	6.0	»	4.66	8.8	7.2	5.5	3.5	1.4
G 370	Pihlajavesi	III	25	—	K	19.0	» »	5.0	hS	4.27	10.0	7.5	6.0	5.0	4.1
D 1010	Siikainen	III	4	50	K	9.6	» »	5.4	S	3.44	13.5	10.1	6.5	3.0	1.3
C 28	Kanneljärvi	III	0	—	K	33.5	» »	10.0	M	5.32	6.8	6.7	6.6	6.5	6.5
C 548	Jalasjärvi	II	25	—	O	31.0									
					K	33.5	» »	4.7	sM	5.56	11.4	9.1	6.9	4.6	2.5
C 547	Kurikka	II	5	—	K	49.0	» »	—4.0	Ml	5.52	11.5	9.0	7.0	5.0	3.5
D 149	Iisalmi	II	5	—	O	24.0									
					K	20.0	» »	9.0	M	4.17	8.7	7.8	7.0	7.0	7.0
A 1045	Loppi	IV	—	—	K	18.0	» »	9.0	Ml	5.28	11.2	9.2	7.2	5.2	4.0
C 670	Honkajoki	II	—	+	K	37.0	» »	16.0	»	4.33	14.5	11.2	8.0	5.0	2.0
D 173	Hyvinkää	III	50	—	K	60.0	» »	7.0	sM	4.94	11.8	9.9	8.0	5.9	3.7
D 541	Närpiö	III	20	15	K	38.0	» »	12.0	sS	5.34	16.0	11.5	8.0	5.5	4.0
G 372	Ähtäri	II	20	40	K	34.0	» »	3.0	sM	4.13	12.5	10.3	8.3	6.3	4.1
C 61	Orimattila	II	35	-	O	61.0									
					K	60.5	» »	3.7	»	5.72	10.8	9.6	8.3	6.3	4.3
D 395	Karvia	I	0	—	O	16.0									
					K	25.0	» »	1.5	»	4.32	11.0	9.7	8.4	6.7	4.9
G 374	Pihlajavesi	I	35	0	K	41.0	» »	11.0	»	4.67	16.5	13.5	10.5	7.8	5.0
C 784	Säräisniemi	IV	—	—	O	40.5									
					K	47.5	» »	2.5	S	4.37	15.0	13.2	11.6	10.0	9.5
D 148	Suojärvi	II	50	—	K	81.5	» »	1.0	»	5.94	15.5	14.7	13.8	13.0	13.0
D 172	Toivakka	II	—	—	O	16.5									
					K	24.3	» »	4.5	sM	4.40	19.5	18.0	16.5	15.0	13.0

ZITIERTE LITERATUR.

ARRHENIUS, O. **1930** — Lantbrukets fosforsyrefråga (Odlaremeddelande nr. **1** från svenska sockerfabriksaktiebolaget). Stockholm, 1930, p. 1—57.

BAMBERG, K. **1928** — Untersuchungen über die chemische Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit (Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk., A, **11.** p. 115—141).

BLANCK, E. und F. ALTEN **1925** — Untersuchungen über die physiologische Bedeutung der Nährstoffauszüge usw. (Journ. f. Landw., **73,** p. 219—230).

BONDORFF, K. A. og F. STEENBJERG **1932** — Studier over Jordens Fosforsyreindhold. I. Jordfosforsyrens Opløselighed (Tidskrift for Planteavl, **38,** p. 273—308).

DAIKUHARA, G. **1903** — On the Behavior of the Phosphoric Acid in the Soils Tovards Different Organic Acids (Bull. Coll. Agr., Tokyo, **5,** p. 505—508).

DENIGÈS, G. **1920** — Réaction de coloration extrêmement sensible des phosphates et des arséniates. Ses applications (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, **171,** p. 802—804).

DIRKS, B. und F. SCHEFFER **1928** — Vergleichende Untersuchungen über das Nährstoffbedürfnis der Kulturböden (Landw. Jahrbücher, **67,** p. 779—821).

DIRKS, B. und F. SCHEFFER **1930** — Der Kohlensäure-Bikarbonatauszug und der Wasserauszug als Grundlage zur Ermittlung der Phosphorsäurebedürftigkeit der Böden (Landw. Jahrbücher, **71,** p. 73—99).

DYER, BERNARD **1894** — On the Analytical Determination of probably available »Mineral» Plant Food in Soils (Journ. Chem. Soc., London, **65,** p. 115—167).

EGNÉR, HANS **1933** — Metod att bestämma lättlöslig fosforsyra i åkerjord (Kungl. Lantbruks-Akademiens Handl. o. Tidskr., **72,** p. 30—53).

FRAPS, G. S. **1910** — Relation of pot experiments to the active phosphoric acid of the soil (Journal of Ind. and Engineering Chemistry, **2,** p. 350—352).

GAARDER, TORBJØRN **1930** — Die Bindung der Phosphorsäure im Erdboden (Meddelelse Nr. 14 fra Vestlandets forstlige forsøksstation, **4,** Hefte 4, p. 1—140).

HALL, A. D. and F. J. PLYMEN **1902** — The Determination of Available Plant Food in Soils by the use of Weak Acid Solvents (Journ. Chem. Soc., London, **81,** p. 117—144).

HIBBARD, P. L. **1931** — Chemical methods for estimating the availability of soil phosphate (Soil Science, **31,** p. 437—466).

HOFMAN-BANG, O. **1906** — Försök att bestämma den för kulturväxterna tillgängliga mängden af fosforsyra, P_2O_5, i åkerjord (Kungl. Lantbruks-Akademiens Handl. o. Tidskr., **45,** p. 316—333).

Kiepert, Ludwig **1921** — Grundriss der Differential-Rechnung. II. Band. Hannover, 1921.

Kudashev, A. S. **1905** — Zur Frage über die Bestimmung der assimilierbaren Phosphorsäure im Boden (Russ. J. exp. Landw., **6**, p. 457—458).

König, J. und J. Hasenbäumer **1924** — Die Ermittelung des Düngungsbedürfnisses des Bodens (Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk., B, **3**, p. 497—532).

Lemmermann, O. **1926** — Die Bestimmung des Düngungsbedürfnisses der Böden durch Laboratoriumsversuche (Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk., B, **5**, p. 105—117).

Lähde, Vihtori **1930** — Heinänurmille vuosittain tai harvemmin annetun lannoituksen vaikutuksesta (Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja N:o **31**, p. 1—88).

Mattson, Sante **1931** — The laws of soil colloidal behavior: V. Ion adsorption and exchange (Soil Science, **31**, p. 311—331).

Mattson, Sante **1931** — The laws of soil colloidal behavior: VI. Amphoteric behavior (Soil Science, **32**, p. 343—365).

Mitscherlich, E. A. **1906** — Die chemische Bodenanalyse (Fühlings Landw. Zeitung, **55**, p. 361—373).

Němec, A. **1926** — Ein neues Verfahren zur raschen Bestimmung des Düngerbedürfnisses der Ackerböden (Deutsche Landw. Presse, **53**, p. 463—464).

Nernst, Walther **1926** — Theoretische Chemie. Stuttgart, 1926.

Parker, F. W. and J. F. Fudge **1927** — Soil phosphorus studies: I. The colorimetric determination of organic and inorganic phosphorus in soil extracts and the soil solution (Soil Science, **24**, p. 109—117).

Rindell, Arthur **1910—1911** — Ueber Löslichkeitsbestimmungen in der Agrikulturchemie. I und II (Akademische Einladungsschrift, p. 1—94). Helsingfors.

Russell, Edward John and James Arthur Prescott **1916** — The reaction between dilute acids and the phosphorus compounds of the soil (Journ. Agr. Science, **8**, p. 65—110).

Schloesing, Th. (fils) **1899** — Action des liqueurs acides très étendues sur les phosphates du sol (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, **128**, p. 1004—1007).

'Sigmond, Alexius von **1907** — Ueber die praktische Bedeutung der chemischen Bodenanalyse (Zeitschrift für das Landwirtschaftliche Versuchswesen in Oesterreich, **10**, p. 581—603).

'Sigmond, Alexius de **1907** — Chemical method for the determination of the available phosphoric acid in soils (J. Amer. Chem. Soc., **29**, p. 929—936).

Truog, Emil and A. H. Meyer **1929** — Improvements in the Denigès Colorimetric Method for Phosphorus and Arsenic (Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition, **1**, p. 136—139).

Tuorila, Pauli ja Aarne Tainio **1932** — Superfosfaatin, thomasfosfaatin ja kotkafosfaatin käyttöarvosta. Vertailevien kenttäkokeiden tuloksia vuosilta 1927—1932. Mit deutschem Referat: Über den Wirkungswert von Superphosphat, Thomasmehl und Kotkaphosphat. Ergebnisse der Feldversuche von den Jahren 1927—1932 (Veröffentlichungen der staatlichen landwirtschaftlichen Versuchstätigkeit N:o **51**, p. 1—69). Helsinki.

Whitson, A. R. and C. W. Stoddardt **1909** — Factors influencing the phosphate content of soils (The university of Wisconsin Agr. Exp. Stat. Research Bulletin **2**). (Ref.: Bondorff und Steenbjerg, 1932).

Wrangell, M. v. **1926** — Über Bodenphosphate und Phosphorsäurebedürftigkeit (Landw. Jahrbücher, **63**, p. 627—668).

Wrangell, M. v. **1926** — Kolorimetrische Methode zur schnellen Bestimmung von Phosphorsäure in sehr verdünnten Lösungen (Landw. Jahrbücher, **63**, p. 669—676).

Wrangell, M. v. und E. Koch **1926** — Die Löslichkeitsgesetze in ihrer Anwendung auf tertiäre Phosphate (Landw. Jahrbücher, **63**, p. 677—706).

Wrangell, M. v. und W. Haase **1926** — Ueber den Phosphorsäuregehalt natürlicher Bodenlösungen (Landw. Jahrbücher, **63**, p. 707—738).

Wrangell, M. v. und L. Meyer **1926** — Untersuchungen über den »wurzellöslichen» Anteil der Bodenphosphorsäure (Landw. Jahrbücher, **63**, p. 739—775).

Wrangell, M. v. **1930** — Die Bestimmung der pflanzenzugänglichen Nährstoffe des Bodens. (Landw. Jahrbücher **71**, p. 149—169).

Tutkimuksia maa-analyyttisten menetelmien soveltuvaisuudesta lannoitustarpeen määräämiseen.

I. Typpihappoisten maauutteiden fosforihappopitoisuudet ja fosfaattilannoituksella saadut heinäsadonlisäykset.

(Selostus).

Tässä julkaisussa on verrattu toisiinsa fosfaattilannoituksella kenttäkokeissa saatuja heinäsadonlisäyksiä ja kenttäkoemaiden fosforihappovertauslukuja. Fosforihappovertausluvuilla tarkoitetaan tässä niitä milligrammamääriä P_2O_5, jotka 3-tuntisen huiskutuksen aikana saadaan 40 grammasta ilmakuivaa maata liukenemaan 1 litraan sellaisia typpihappoliuoksia, jotka antavat uutteille pH-arvot 2.00, 2.25, 2.50, 2.75 ja 3.00. Kustakin maanäytteestä on siis esitetty viisi eri vetyionikonsentratioissa määrättyä fosforihappovertauslukua. Sitäpaitsi on lyhyesti selvitetty niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat maauutteiden fosforihappopitoisuuteen.

Tutkiessamme huiskutusajan vaikutusta maauutteen P_2O_5-pitoisuuteen määrätyssä pH:ssa totesimme, että tämä P_2O_5-pitoisuus aluksi kasvaa, mutta saattaa pitemmän ajan kuluttua ruveta pienenemäänkin. Uutteen maksimaalinen P_2O_5-pitoisuus saavutetaan eri mailla ja eri pH:ssa eri pitkien aikojen kuluttua. Kolmituntisen huiskutuksen jälkeen muuttuu uutteen P_2O_5-pitoisuus verrattain hitaasti.

Sekoitussuhteen maa : uutosneste kasvaessa suurenee uutteen P_2O_5-pitoisuus — jos uutteen loppu-pH pidetään konstanttina — määrättyyn rajaan asti, jonka jälkeen se pysyy muuttumattomana tai alkaa pienetä. Tällainen pieneneminen on tavallisempaa korkeammassa pH:ssa (3.0) kuin alemmassa (pH 2.0).

Määräämällä maauutteen P_2O_5-pitoisuus eri maa : uutosneste sekoitussuhteissa voidaan tuloksien perusteella laskea »liukenevan» fosforihapon määrä maassa, t. s. se määrä, joka liukenisi, jos »pidättävät tekijät» eivät estäisi sen liukenemista. Olemme julkaisussa esittäneet menetelmän, jolla »liukenevan» fosforihapon määrä maassa voidaan näistä koetuloksista nopeasti laskea. Tämä »liukenevan» fosforihapon määrä on ollut pH 3.0:ssa määrättynä ainoastaan hiu-

kan pienempi kuin pH 2.0:ssa määrättynä. Maauutteiden P_2O_5-pitoisuus sitävastoin on ollut pH 3.0:ssa määrättynä yleensä paljoa pienempi kuin samaa sekoitussuhdetta käytettäessä pH 2.0:ssa määrättynä. Eroitus maauutteiden P_2O_5-pitoisuuden välillä pH 2:ssa ja 3:ssa on sitä suurempi, mitä suurempi on sekoitussuhde maa: uutosneste. Maauutteen P_2O_5-pitoisuuden suureneminen uutteen vetyionikonsentration kasvaessa johtuu paljoa suuremmassa määrin maan fosfaatti-ioneja pidättävän kyvyn pienenemisestä kuin fosfaattien liukenevaisuuden suurenemisesta. Julkaisussa esitetyistä luvuista ilmenee, millaisia suhteita on olemassa maan fosforihappovertauslukujen ja maassa olevien »liukenevan» fosforihapon määrien välillä. Olemme myös selvittäneet, miten pH 3.0:ssa, 2.5:ssa ja 2.0:ssa määrätyt fosforihappovertausluvut suhtautuvat toisiinsa eri maalajeilla.

Koetulostemme perusteella olemme laskeneet, suuretko keskimääräiset P-lannoituksella saadut heinäsadonlisäykset eri maalajeilla vastaavat kutakin fosforihappovertauslukua. Tämän lisäksi olemme laskeneet, monessako prosentissa tapauksista kussakin vertauslukuryhmässä on ensimäisenä vuonna saatu heinäsadonlisäys ollut yli 300 kg/ha. Olemme esittäneet ne fosforihappovertauslukurajat, joissa voidaan antaa fosfaattilannoitusohjeita. Nämä rajaluvut ovat olleet savi- ja savimultamaille hiukan ahtaammat kuin muille maalajeille. — Eri vetyionikonsentratioissa (pH 2:n ja 3:n välillä) määrätyt vertausluvut ovat soveltuneet kaikki likipitäen yhtä hyvin fosfaattilannoitustarpeen määräämiseen.

Koetuloksistamme ilmenee, että esittämällämme tavalla määrätyt fosforihappovertausluvut soveltuvat Suomessa maan lannoitustarpeen määräämiseen suurin piirtein yhtä hyvin kuin Tanskassakin, ja tämän vuoksi voidaan niiden käytäntöön ottamista tähän tarkoitukseen meilläkin jo suositella.

Koetoimintakirjallisuutta.

Vuoden 1926 alusta ovat valtion maatalouskoetoimintaa käsittelevät julkaisut ilmestyneet kahtena sarjana, joista toinen »Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja» on tieteellisluontoinen ja toinen »Valtion maatalouskoetoiminnan tiedonantoja» enemmän kansantajuinen. Seuraavassa luettelossa mainitaan paitsi näihin sarjoihin kuuluvia teoksia myös ne vanhemmat maatalouden koe- ja tutkimustoiminta-alaan kuuluvat teokset, jotka ovat ilmestyneet vuoden 1922 jälkeen.

I. Maatalouden koetoiminnan keskusvaliokunnan tiedonantoja:

N:o 1. *Pauli Tuorila:* Valtion varoilla järjestettyjen paikallisten lannoituskokeitten tuloksia vuosilta 1922—1923. Helsinki 1924. Hinta Smk 5: —.

N:o 2. *Vihtori Lähde:* Paikalliset lannoituskokeet vuosina 1922—1924. Koetuloksia ja lannoituksen kannattavaisuuslaskelmia. Helsinki 1925. Hinta Smk 6: —.

N:o 3. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkastus eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1924. Helsinki 1925. Hinta Smk 10: —.

II. Maatalouskoelaitoksen tieteellisiä julkaisuja:

N:o 17. *E. F. Simola:* Juurikasvien viljelyksestä. Koetuloksia naapurimaissa ja maanviljelystaloudellisen koelaitoksen kasviviljelysosastolla tehdyistä juurikasvikokeista. (Referat: Die Wurzelfruchtversuche an der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt 1915—1921). Helsinki 1923. Hinta Smk 10: —.

N:o 18. *E. F. Simola:* Untersuchungen über den Einfluss der Grünfuttersamenmischungen auf die Höhe der Ernteerträge und die Beschaffenheit des Grünfutters. Helsinki 1923. Hinta Smk 10: —.

N:o 19. *E. F. Simola:* Maanlaatujen ja maan eri kosteussuhteiden vaikutuksesta eräiden kaura- ja ohralaatujen morfologisiin ominaisuuksiin. (Referat: Der Einfluss der Bodenart und der verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens auf die morphologischen Eigenschaften gewisser Hafer- und Gerstensorten). Helsinki 1923. Hinta Smk 10: —.

N:o 20. *E. F. Simola:* Pellavan jalostuksesta yksilövalintaa käyttämällä. Helsinki 1923. Hinta Smk 4: —.

N:o 21. *E. F. Simola:* Huomioita viljellyn hieta-, savi- ja multamaan kirren sulamisesta Maanviljelystaloudellisella koelaitoksella vuosina 1922 ja 1923. Helsinki 1923. Hinta Smk 2: 50.

N:o 22. *Kaarlo Teräsvuori:* Mittarijärjestelmän käyttämisestä kenttäkokeissa. (Referat: Über die Anwendung des Massparzellensystems bei Feldversuchen). Helsinki 1923. Hinta Smk 10: —.

N:o 23. *Yrjö Hukkinen:* Havaintoja herukan äkämäpunkin (Eriophyes ribis Nal.) esiintymisestä Suomessa. (Referat: Über das Auftreten der Johannisbeeren-Gallmilbe Eriophyes ribis Nal. in Finnland). Helsinki 1923. Hinta Smk 2: 50.

N:o 24. *E. F. Simola:* Maanviljelystaloudellisen koelaitoksen kasviviljelysosaston apilakokeet v. 1919—1923. Helsinki 1924. Hinta Smk 10: —.

N:o 25. *Yrjö Hukkinen:* Tiedonantoja viljelyskasveille vahingollisten eläinlajien esiintymisestä Pohjois-Suomessa. (Referat: Mitteilungen über die Schädlinge der Kulturpflanzen im nördlichen Finnland). Helsinki 1925. Hinta Smk 30: —.

N:o 26. *Ilmari Poijärvi:* Suomalaisen lypsykarjan ravinnontarve käytännöllisten ruokintakokeiden valossa. Helsinki 1925. Hinta Smk 15: —.

III. Maatalouskoelaitoksen maamieskirjasia:

N:o 9. *T. J. Hintikka:* Tuhosieniopas maanviljelijöitä, puu- ja kasvitarhanhoitajia varten. Toinen painos. Helsinki 1924. Hinta Smk 6: —.
N:o 10. *J. Ivar Liro:* Biisamimyyrä, Fiber zibethicus. Helsinki 1925. Hinta Smk 6: —.
N:o 11. *Vilho A. Pesola:* Piirteitä Saksan kasvinjalostustyöstä ja kasvinviljelyskoetoiminnasta. Helsinki 1925. Hinta Smk 10: —.
N:o 12. *Ilmari Poijärvi:* Korjuuajan vaikutus heinäsadon määrään ja laatuun. Kokeita kesän 1924 heinällä. Helsinki 1925. Hinta Smk 10: —.

IV. Maatalouskoelaitoksen tiedonantoja maamiehille:

N:o 73. *T. J. Hintikka:* Omena- ja päärynärupi. Helsinki 1923.
N:o 74. Kasviviljelysosaston kenttäopas kesällä 1923. Helsinki 1923.
N:o 75. *T. J. Hintikka:* Luumujen pussitauti ja sen torjuminen. Helsinki 1924.
N:o 76. *Ilmari Poijärvi:* Kesän 1924 heinäsadon kokoomuksesta sekä sen tuotantoarvon arvioimisesta. Helsinki 1925.
N:o 77. *Ilmari Poijärvi:* Kesän 1925 heinänsadon kokoomuksesta ja sen tuotantoarvon arvioimisesta. (Referat: Om sammansättningen av höskörden sommaren 1925 och bedömandet av dess produktionsvärde). Helsinki 1925.

V. Kasvinsuojelukirjasia:

N:o 1. *J. I. Liro:* Perunasyöpä. 1923.
N:o 2. *J. I. Liro:* Omenahärmästä ja sen vastustamisesta. 1924.
N:o 3. *J. I. Liro:* Koloradokuoriainen uhkaamassa Europan perunaviljelyä. 1925.

I. Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja:

N:o 1. Ei ole vielä ilmestynyt.
N:o 2. *E. F. Simola:* Maanlaatujen ja kosteussuhteiden vaikutuksesta eräiden viljelyskasvien morfologisiin ominaisuuksiin, satoihin ja vedenkulutukseen. (Referat: Über den Einfluss der Bodenart und der Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens auf die morphologischen Eigenschaften, Ernteerträge und den Wasserverbrauch gewisser Kulturpflanzen). Helsinki 1926. Hinta Smk 20: —.
N:o 3. *E. F. Simola:* Pellavan jalostuksen tuottamia tuloksia. (Referat: Einige Ergebnisse der Leinzüchtung). Helsinki 1926. Hinta Smk 10: —.
N:o 4. *T. Terho:* Tutkimuksia kotimaisten sonnien vaikutuksesta jälkeläistensä maidontuotantoon ja maidon rasvapitoisuuteen I.-L. S. K. 182 Ounaan, L. S. K. 74 Matin ja I. S. K. 25 Pomin suvut. (Referat: Über die Vererbung der Leistungsmerkmale beim finnischen einheimischen Rindvieh). Helsinki 1926. Hinta Smk 25: —.
N:o 5. *E. F. Simola:* Tutkimuksia viljelysmaiden jäätymisestä ja kirren sulamisesta maatalouskoelaitoksella vuosina 1924, 1925 ja 1926. (Referat: Untersuchungen der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt über das Einfrieren des Kulturlandes und das Auftauen des Bodenfrostes in den Jahren 1924, 1925 und 1926). Helsinki 1926. Hinta Smk 10: —.
N:o 6. *Ilmari Poijärvi:* Valmistavia tutkimuksia rehuannoksen suuruuden vaikutuksesta rehujen tuotantoarvoon. (Summary: Preliminary investigations regarding the influence of the size of the ration on the productive value of feeding stuffs). Helsinki 1926. Hinta Smk 10: —.
N:o 7. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkastus eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1925. (Summary: The control of pastures on some farms in Finland (Suomi) in 1925). Helsinki 1926. Hinta Smk 10: —.
N:o 8. *Vilho A. Pesola:* Kevätvehnän keltaruosteen kestävyydestä. (Abstract: On the resistance of spring wheat to yellow rust). Helsinki 1927. Hinta Smk 30: —.
N:o 9. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1926. (Summary: The control of pastures on some farms in Finland (Suomi) in 1926). Helsinki 1927. Hinta Smk 10: —.
N:o 10. *O. Collan:* Tulokset talvikaalikokeista Hinnonmäen puutarhakoeasemalla v. 1923—1925. (Referat: Resultate der Versuche mit Winterkohle an der Gartenversuchsstation Hinnonmäki in den Jahren 1923—25). Helsinki 1927. Hinta Smk 5: —.

N:o 11. *P. Kokkonen:* Rukiin talvehtimisen ja sen juurien venyvyyden ja venytyskestävyyden välisestä suhteesta. Helsinki 1927. Hinta Smk 10: —.

N:o 12. *V. Lähde:* Paikalliset lannoituskokeet vuosina 1922—1926. (Referat: Die lokalen Düngungsversuche in Finnland in den Jahren 1922—1926). Helsinki 1927. Hinta Smk 25: —.

N:o 13. *Ilmari Poijärvi:* Suomaalla ja kovalla maalla kasvaneiden heinien tuotantoarvo toisiinsa verrattuna. (Summary: Comparison of the productive values of hays from meadows on mineral and peat soils). Helsinki 1927. Hinta Smk 10: —.

N:o 14. *S. Parkku:* Kertomus sikatalouskoeasemalla tehdyistä lihotussikojen tuotantotarkkailukokeista. Helsinki 1927. Hinta Smk 5: —.

N:o 15. *J. Valmari—Toimi Ruokosalmi:* Sokerijuurikkaan sekä lantun ja turnipsin lannoitustarpeesta. (Referat: Über das Düngebedürfnis der Zuckerrübe). Helsinki 1928. Hinta Smk 10: —.

N:o 16. *Solmu Parkku:* Kuorittu maito, kalajauho sekä kasvikunnasta saadut väkirehut valkuaisainetarpeen tyydyttäjinä sikojen ruokinnassa. (Referat: Abgerahmte Milch, Fischmehl und die vegetabilische Kraftfutter als Befriediger des Eiweissbedarfs bei der Schweinefütterung). Helsinki 1928. Hinta Smk 5: —.

N:o 17. *Solmu Parkku:* Kertomus sikatalouskoeasemalla tehdyistä eri sikakantoja vertailevista ruokintakokeista v. 1927. (Referat: Bericht über vergleichende Fütterungsversuche mit verschiedenen Schweinestämmen an der Versuchsstation für Schweinewirtschaft 1927). Helsinki 1928. Hinta Smk 5: —.

N:o 18. *Erik Bruun:* Lypsykauden maidontuotantokäyrään vaikuttavista tekijöistä ja sen muodon periytymisestä itäsuomalaisessa karjassa. (Summary: Factors influencing the lactation curve and the hereditariness of its shape in East Finnish cattle.) Helsinki 1928. Hinta Smk 25: —.

N:o 19. *T. Terho:* Tutkimuksia kotimaisten sonnien vaikutuksesta jälkeläistensä maidontuotantoon ja maidon rasvapitoisuuteen II.-I. S. K. 8 Oivan, I. S. K. 4 Tahvon, I. S. K. 305 Hintsin, L. S. K. 5 Monnin ja L. S. K. 262 Jumbon suvut. (Referat: Über die Vererbung der Leistungsmerkmale beim finnischen einheimischen Rindvieh.) Helsinki 1928. Hinta Smk 30: —.

N:o 20. *E. S. Tomula:* Kotimaisen viljan laatua koskevia tutkimuksia II. (Referat: Untersuchungen über die Beschaffenheit des einheimischen Getreides). Helsinki 1928. Hinta Smk 15: —.

N:o 21. *E. F. Simola:* Maanlaadun ja lannoituksen sekä kosteuden vaikutuksesta eräiden kaura- ja ohralaatujen morfologisiin vaihteluihin, satoihin ja veden kulutukseen. (Referat: Über den Einfluss der Bodenbeschaffenheit, Düngung und Feuchtigkeit auf die morphologischen Schwankungen, die Erträge und den Wasserverbrauch gewisser Hafer- und Gerstensorten). Helsinki 1929. Hinta Smk 20: —.

N:o 22. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1927. (Abstract: On the pasture husbandry in Finland and the control of the yield of pastures, together with a summary of the results of the pasture control during the years 1924—1927). Helsinki 1929. Hinta Smk 15: —.

N:o 23. *T. J. Hintikka:* Perunasyövän levinneisyydestä eri maissa ja muutamista ilmastollisista seikoista sen saastuttamilla alueilla. (Referat: Über die Verbreitung des Kartoffelkrebses in verschiedenen Ländern sowie über einige klimatischen Faktoren der verseuchten Gebiete). Helsinki 1929. Hinta Smk 20: —.

N:o 24. *E. F. Simola:* Nurmikasvien siemensekoituksista. Maatalouskoelaitoksen kasvinviljelysosastolla vuosina 1923—1928 erilaisilla nurmikasvien siemensekoituksilla suoritettu koe. (Referat: Über Samenmischungen von Wiesenpflanzen). Helsinki 1929. Hinta Smk 10: —.

N:o 25. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1928. (Summary: The control of pastures on some farms in Finland (Suomi) in 1928). Helsinki 1929. Hinta Smk 15: —.

N:o 26. *J. Valmari* ja *Vilho Kanervo:* Kasvien vedenkäyttö ja säätekijät. (Referat: Der Wasserverbrauch der Pflanzen mit Berücksichtigung der Witterungselemente). Helsinki 1930. Hinta Smk 15: —.

N:o 27. *Solmu Parkku:* Kertomus Sikatalouskoeasemalla tehdyistä ruokintakokeista v. 1928. (Referat: Bericht über vergleichende Fütterungsversuche mit verschiedenen Schweinestämmen an der Versuchsstation für Schweinewirtschaft 1928). Helsinki 1930. Hinta Smk 5: —.

N:o 28. *Ilmari Poijärvi* ja *Elsa-Maija Listo:* Suomessa tuotetun lehmänmaidon kokoomuksesta ja lehmien siitä johtuvasta tuotantorehuntarpeesta. (Referat: Über die Zusammensetzung der in Finnland produzierten Kuhmilch und den dadurch bedingten Bedarf der Kühe an Produktionsfutter). Helsinki 1930. Hinta Smk 10:—.

N:o 29. *Armo Teräsvuori:* Über die Bodenazidität mit besonderer Berücksichtigung des Elektrolytgehaltes der Bodenaufschlämmungen. (Selostus: Maan happamuudesta erikoisesti maauutteiden elektrolytipitoisuutta silmälläpitäen). Helsinki 1930. Hinta Smk 30: —.

N:o 30. *E. F. Simola:* Kirsi- ja vajovesisuhteiden tutkimuksia maatalouskoelaitoksella ja osittain myös muualla Suomessa vuosina 1926—1929. (Referat: Bodenfrost- und Senkwasseruntersuchungen). Helsinki 1930. Hinta Smk 15: —.

N:o 31. *Vihtori Lähde:* Heinänurmille vuosittain tai harvemmin annetun lannoituksen vaikutuksesta. Kenttäkoetuloksia vuosilta 1925—1929 ja lannoituksen kannattavuusvertailuja. (Referat: Über die Wirkung und Rentabilität einer alljährlich oder seltener bewerkstelligten Düngung der Grasäcker). Helsinki 1930. Hinta Smk 10: —.

N:o 32. *Lauri Keso:* Kulttuuriteknillisiä maaperätutkimuksia erikoisesti ojaetäisyyttä silmälläpitäen. Viljelyksellisesti tärkeät maalajimme. Ojaetäisyyksien määräämisperusteet. (Referat: Kulturtechnische Bodenuntersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Strangentfernung. Die ackerbaulich wichtigsten Bodenarten Finnlands. Die beim Bestimmen der Strangentfernung angewandten Methoden). Helsinki 1930. Hinta Smk 45: —.

N:o 33. *E. Kitunen:* Rikkaruohojen hävittäminen kemiallisin keinoin. Selostus vuosina 1926—1929 suoritetuista kokeista. (Referat: Unkrautbekämpfung durch chemisch: Mittel). Helsinki 1930. Hinta Smk 15: —.

N:o 34. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1929. (Sammandrag: Beteskontroll på ett antal gårdar i Finland sommaren 1929). (Summary The control of pastures on some farms in Finland (Suomi) in 1929). Helsinki 1930. Hinta Smk 15: —.

N:o 35. *Ilmari Poijärvi:* Korjuuajan vaikutus heinäsadon määrään ja laatuun. Kokeita kesien 1925 ja 1926 heinillä. Helsinki 1931. Hinta Smk 15: —.

N:o 36. *Viljo Vainikainen:* Erilaisten kantakirjalehmien vasikoitten käytöstä itäsuomalaisissa karjoissa. (Referat: Über die Ausnutzung der Kälber verschiedenartiger Stammbuchkühe in den ostfinnischen Viehbeständen). Helsinki 1931. Hinta Smk 15: —.

N:o 37. *E. F. Simola:* Perunakokeet maatalouskoelaitoksen kasvinviljelysosastolla vuosina 1920—1930. (Referat: Kartoffelbauversuche der Abteilung für Pflanzenbau der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in den Jahren 1920—1930). Helsinki 1931. Hinta Smk 15: —.

N:o 38. *Solmu Parkku:* Kertomus sikatalouskoeasemalla tehdyistä eri sikakantoja vertailevista ruokintakokeista vuosina 1929—1930. (Referat: Bericht über vergleichende Fütterungsversuche mit verschiedenen Schweinestämmen an der Versuchstation für Schweinewirtschaft 1929 und 1930). Hinta Smk 10: —.

N:o 39. *Vilho A. Pesola:* Kotimaisen viljan laatua koskevia tutkimuksia III. (Referat: Untersuchungen über die Beschaffenheit des einheimischen Getreides III). Helsinki 1931. Hinta Smk 20: —.

N:o 40. *P. Kokkonen:* Tutkimuksia kuivatuksen aiheuttamasta turvekerrosten painumisesta I. (Referat: Untersuchungen über die durch die Entwässerung verursachte Senkung der Torfschichten). Helsinki 1931. Hinta Smk 15: —.

N:o 41. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1930. (Sammandrag: Beteskontroll på ett antal gårdar i Finland sommaren 1930). (Summary: The control of pastures on some farms in Finland (Suomi) in 1930). Helsinki 1931. Hinta Smk 15: —.

N:o 42. *Pauli Tuorila* ja *Armo Teräsvuori:* Über die Bestimmung von Kali, Kalk, Phosphorsäure und Kieselsäure in organischen Substanzen. (Selostus: Kalin, kalkin, fosforihapon ja piihapon määräämisestä organisissa aineissa). Helsinki 1932. Hinta Smk 10: —.

N:o 43. *Vilho A. Pesola:* Vehnän jalostustyöstä ja sen tuloksista maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolla. (Referat: Die Weizenzüchtung der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Finnlands. Abt. für Pflanzenzüchtung, und ihre Ergebnisse.) Helsinki 1932. Hinta Smk 15: —.

N:o 44. *Y. K. Koskinen:* Perunan laatukokeiden tuloksia vuosilta 1920—1930. Helsinki 1932. Hinta Smk 15: —.

N:o 45. *A. J. Rainio:* Untersuchungen über ein Fäulnisbakterium der Tomatenfrüchte. (Bacillus aroideae, Townsend). (Selostus: Tutkimuksia tomaattien hedelmien mädättäjäbakteerista). Helsinki 1932. Hinta Smk 10: —.

N:o 46. *A. Hilli:* Perunasyövän (Synchytrium endobioticum [Schilb.] Perc.) leviämisen syistä Suomessa ja ulkomailla. (Abstract: The reasons of the spread of potato wart in Finland and abroad). Helsinki 1932. Hinta Smk 30: —.

N:o 47. *E. S. Tomula:* Kotimaisen viljan laatua koskevia tutkimuksia V. (Referat: Über die Verbesserung der Backfähigkeit des einheimischen Weizens durch einige Chemikalien). Helsinki 1932. Hinta Smk 10: —.

N:o 48. *Veikko Laurila:* Kotimaisen viljan laatua koskevia tutkimuksia IV. Helsinki 1932. Hinta Smk 10: —.

N:o 49. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1931. Helsinki 1932. Hinta Smk 15: —.

N:o 50. *A. J. Rainio:* Punahome (Fusarium roseum Link-Gibberella Saubinetii (Mont.) Saçç. ja sen aiheuttamat myrkytykset kaurassa. (Referat: Fusarium roseum beim Hafer und dadurch hervorgerufene Vergiftungen). Helsinki 1932. Hinta Smk 10: —.

N:o 51. *Pauli Tuorila* ja *Aarne Tainio:* Superfosfaatin, thomasfosfaatin ja kotkafosfaatin käyttöarvosta. Vertailevien kenttäkokeiden tuloksia vuosilta 1927—32. (Referat: Über den Wirkungswert von Superphosphat, Thomasmehl und Kotkaphosphat). Helsinki 1932. Hinta Smk 10: —.

N:o 52. *E. S. Tomula:* Kotimaisen viljan laatua koskevia tutkimuksia VI. (Referat: Über die Backfähigkeit einiger in Finnland angebauten Winter-und Sommerweizensorten). Helsinki 1933. Hinta Smk 25: —.

N:o 53. *Onni Pohjakallio:* Viljelysmaiden lannoitus Suomessa lannoituskokeiden valossa. Helsinki 1933. Hinta Smk 25: —.

II. Valtion maatalouskoetoiminnan tiedonantoja:

N:o 1. *A. J. Rainio:* Hedelmäpuiden syöpä (Nectria galligena Bres.). Helsinki 1926 Hinta Smk 1: 50.

N:o 2. *Niilo A. Vappula:* Hallaperhonen (Cheimatobia brumata L.). Helsinki 1926. Hinta Smk 1: 50.

N:o 3. *Niilo A. Vappula:* Niitty-yökön (Charaeas graminis) toukka eli n. s. niittymato ja sen torjuminen. Helsinki 1926. Hinta Smk 1: 50.

N:o 4. *J. Listo:* Kääpiöohrakärpänen (Chlorops pumilionis Bjerk.). Helsinki 1926. Hinta Smk 1: 50.

N:o 5. *J. Listo:* Kahukärpänen (Oscinella frit L.). Helsinki 1926. Hinta Smk 1: 50.

N:o 6. *Juho Jännes:* Koeviljelysyhdistysopas (myös ruotsiksi). Helsinki 1927. Hinta Smk 5: —.

N:o 7. *J. I. Liro:* Perunasyöpä. Helsinki 1927. Hinta Smk 1: 50.

N:o 8. *E. A. Jamalainen:* Rukiin korsinoki. Helsinki 1927. Hinta Smk 1: 50.

N:o 9. *A. J. Rainio:* Hedelmäpuiden muumiotauti. Helsinki 1927. Hinta Smk 1: 50.

N:o 10. *Vihtori Lähde:* Paikallisten lannoitus- ja kasvilaatukokeiden suorittamisohjeita (myös ruotsiksi). Helsinki 1928. Hinta Smk 5: —.

N:o 11. *Yrjö Hukkinen:* Peltokasvipölytin »Puhuri», uusi käytännöllinen keino kasvituhoojia vastaan (myös ruotsiksi). Helsinki 1928. Hinta Smk 1: 50.

N:o 12. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu, sen päämäärä ja järjestely (myös ruotsiksi). Helsinki 1928. Hinta Smk 5: —.

N:o 13. Valtion paikalliskoetoimintakursseilla Helsingissä huhtikuun 13 ja 14 p:nä 1928 pidettyjä esitelmiä. Helsinki 1928. Hinta Smk 5: —.

N:o 14. *Vihtori Lähde:* Paikallisten lannoituskokeiden suunnitelma vuonna 1929 (myös ruotsiksi). Helsinki 1929. Hinta Smk 5: —.

N:o 15. *Vilho A. Pesola:* Maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosasto Jokioisissa kesällä 1929. Kenttäopas. Helsinki 1929.

N:o 16. *Vihtori Lähde:* Paikallisten lannoituskokeiden suunnitelma vuonna 1930 (myös ruotsiksi). Helsinki 1930. Hinta Smk 5: —.

N:o 17. *J. Listo:* Omenanlehtikirppu. (Psylla mali Schmidb.). Helsinki 1930 Hinta Smk 2: —.

N:o 18. *Ilmari Poijärvi:* Tuloksia AIV-rehulla suoritetuista kokeista. Helsinki 1930. Hinta Smk 3: —.

N:o 19. *O. Meurman:* Lasikankaan, tavallisen lasin ja U-lasin antamat tulokset Lounais-Suomen kasvinviljelys- ja puutarhakoeaseman lämminlavakokeissa 1930. Helsinki 1930. Hinta Smk 5: —.

N:o 20. *Vihtori Lähde:* Paikallisten lannoituskokeiden suunnitelma vuonna 1931 (myös ruotsiksi). Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.

N:o 21. *Vilho A. Pesola:* Toivo-ruis. Helsinki 1931. Hinta Smk 3: —.

N:o 22. *O. Meurman:* Tulokset avomaan kurkkukokeesta v. 1930 ja Selostus porkkanalaatukokeen tuloksista v. 1930 Lounais-Suomen kasvinviljelys- ja puutarhakoeasemalla (myös ruotsiksi). Helsinki 1931. Hinta Smk 3: —.

N:o 23 ja 24. *E. F. Simola:* Rehukaalin viljelyksestä (myös ruotsiksi). *Ilmari Poijärvi:* Rehukaalin kokoomuksesta ja tuotantoarvosta. Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.

N:o 25. *Vilho A. Pesola:* Kauralaatukokeitten tuloksia maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolta. Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.

N:o 26. *Vilho A. Pesola:* Muutamia tuloksia peltoherneellä suoritetuista kenttäkokeista. Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.

N:o 27. *O. Meurman:* Peltokasviviljelyskokeiden tuloksia Lounais-Suomen kasvinviljelys- ja puutarhakoeasemalla v. 1930. Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.

N:o 28. *Aarne Tainio:* Kiinteiden koekenttien koesuunnitelmat v. 1931. Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.

N:o 29. *G. Rosendal:* Eräitä tuloksia ohralaatukokeista. Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.

N:o 30. *E. F. Simola:* Rehukaalin ja eräiden juurikasvien vertailevat viljelyskokeet maatalouskoelaitoksen kasvinviljelysosastolla vuonna 1931. Helsinki 1931. Hinta Smk 3: —.

N:o 31. *Arvo Silvola:* Kauralaatukokeiden tuloksia maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolla vv. 1928—1931. Helsinki 1932. Hinta Smk 1: 50.

N:o 32. *Veikko Laurila:* Eräitä tuloksia ohran laatukokeista maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolla Jokioisissa. Helsinki 1932. Hinta 3: —.

N:o 33. *Onni Pohjakallio:* Paikallisten lannoituskokeiden suunnitelma vuonna 1932. Helsinki 1932 (myös ruotsiksi). Hinta Smk 5: —.

N:o 34. *Gunnar Gauffin:* Tuloksia eräistä maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolla suoritetuista nurmikasvikokeista vv. 1930—1931. Helsinki. 1932. Hinta Smk 5: —.

N:o 35. *Veikko Laurila:* Maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosaston perunakokeet vuosina 1928, 1930 ja 1931. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.

N:o 36. *Ilmari Poijärvi:* Kuorittu maito lypsylehmien rehuna. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.

N:o 37. *S. Parkku:* Sikatalouskoeasemalla tehtyjen eri sikakantoja vertailevien kokeiden tulokset v:lta 1931. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.

N:o 38. *I. Poijärvi:* Kananpoikasten kasvatuskokeita. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.

N:o 39—40. *Onni Pohjakallio:* Paikalliset syysviljan oraiden pintalannoituskokeet vuosina 1928—1931 (myös ruotsiksi). — *O. Meurman:* Syysvehnälaatukokeiden tuloksia Lounais-Suomen kasvinviljelys- ja puutarhakoeasemalla vuosina 1929—1931. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.

N:o 41. *Niilo A. Vappula:* Peltokasvien tuholaiset v. 1931. Helsinki 1932. Hinta Smk 3:—.

N:o 42. *O. Meurman:* Porkkanalaatukokeet Lounais-Suomen koeasemalla v. 1931. Hämeenlinna 1932. Hinta Smk 3: —.

N:o 43. *Aarne Tainio:* Kiinteiden koekenttien koesuunnitelmat v. 1932. Helsinki 1932. Hinta Smk 5: —.

N:o 44. *Solmu Parkku:* Lihotussikojen laidunkokeet sikatalouskoeasemalla vuosina 1927—1931. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.

N:o 45. *E. F. Simola:* Suomen maataloudellinen koetoiminta. Hämeenlinna 1932 (myös ruotsiksi. Hinta Smk 5: —.

N:o 46. *V. Lähde:* Valtion maatalouskoetoiminta Viipurin yleisessä maatalousnäyttelyssä 1932 (myös ruotsiksi ja saksaksi). Hämeenlinna 1932. Hinta Smk 10: —.

N:o 47. *Ilmari Poijärvi:* AIV-rehun valmistuksessa syntyvistä ainetappioista. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.

N:o 48. *E. F. Simola:* Maatalouskoelaitoksen kasvinviljelysosastolla v. 1932 suoritetun rehukaalikokeen tuloksista. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.

N:o 49. *Martti Salminen:* Eloperäisten aineitten käyttö laitumella. Helsinki 1933. Hinta Smk 1: 50.

N:o 50. *T. J. Wirri:* Nitrofoskan käyttökokeen tuloksia Satakunnan kasvinviljelyskoeasemalla v. 1932. Helsinki 1933. Hinta Smk 1: —.

N:o 51. *T. J. Wirri:* Tuloksia perunakokeista Satakunnan kasvinviljelyskoeasemalla. Helsinki 1933. Hinta Smk 3: —.
N:o 52. *Onni Pohjakallio:* Paikallisen lannoituskoetoiminnan päämääristä. Helsinki 1933. Hinta Smk 3: —.
N:o 53. *Onni Pohjakallio:* Paikallisten lannoituskokeiden suunnitelma v. 1933 (myös ruotsiksi). Helsinki 1933. Hinta Smk 5: —.
N:o 54. *Vilho A. Pesola:* Pohjola-vehnä. Porvoo. 1933. Hinta Smk 3: —.
N:o 55. *V. Lähde:* Paikallisten kasvinviljelyskokeiden suorittamisohjeita. Helsinki 1933 Hinta Smk. 10: —.
N:o 56. *Solmu Parkku:* Perunan käytöstä lihotussikojen ruokinnassa ja taloussikojen kasvatuksesta ja rehunkulutuksesta. Helsinki 1933. Hinta 3: —.

Edellämainituista teoksista on »Tiedonantoja maamiehille» ja »Kasvinsuojelukirjasia» tilattavissa Maatalouskoelaitokselta, os. Tikkurila. Muita saa postiennakkoa vastaan Valtioneuvoston julkaisuvarastosta, os. Helsinki.

Sarjojen ulkopuolella julkaistu:

Onni Pohjakallio: Paikalliset lannoituskokeet vuosina 1926—1930. Yleiskokeet. Monistettu. Helsinki 1931. Ei ole myytävänä.
Onni Pohjakallio ja *Folke Tennberg:* Paikalliset lannoituskokeet v. 1931. Yleiskokeet. Monistettu. Helsinki 1933. Ei ole myytävänä.